



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING

PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE MOLDEADO DE
PUERTAS EN LA COMPAÑÍA RODRIGUEZ S.A.C, CERCADO DE LIMA,
2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

IPANAQUÉ YARLEQUÉ CLEYDER ENRIQUE (ORCID: 0000-0001-7032-2249)

ASESOR:

MG.RODRIGUEZ ALEGRE LINO ROLANDO (ORCID: 0000-0002-9993-8087)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA- PERÚ

2019

DEDICATORIA

El siguiente trabajo de investigación está dedicado a mis familiares, ya que sus consejos fueron de mucha ayuda a nivel personal y profesional. De igual forma manifiesto mi agradecimiento hacia el grupo personal de docencia de la facultad de Ingeniería Industrial, debido al apoyo y constante ánimo recibido. Sin dejar de lado su nivel de profesionalismo académico.

PRESENTACIÓN

El presente proyecto de investigación se encuentra titulado mediante “La aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la línea de producción, Cercado de lima, 2019”, la misma que someto a vuestra consideración, esperando que cumpla con todos los requerimientos de aceptación para permitir la obtención del título profesional de Ingeniero Industrial.

Éste proyecto de investigación se realizó de acuerdo a las especificaciones contenidas por parte de la facultad de Ingenieria Industrial, destacando de manera experimental y cuantitativa aplicada basándose en procedimientos extraídos en la etapa de desarrollo profesional, utilizando el sistema de análisis e indagación, referenciándolo a través referencias consecuentes.

INDICE

DEDICATORIA	iii
PRESENTACIÓN	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I.INTRODUCCIÓN	1
1.1 Realidad problemática	1
1.2 Trabajos previos	12
1.2.1 Antecedentes Nacionales	12
1.2.2 Antecedentes internacionales	19
1.3 Teorías relacionadas	22
1.3.1 Lean Manufacturing	22
1.3.2 Mantenimiento Productivo Total	22
1.3.2.1 Origen y desarrollo del Mantenimiento Productivo Total	23
1.3.2.2 Estructuración del Mantenimiento Productivo Total	24
1.3.2.3 Proceso de implementación de Mantenimiento Productivo Total	27
1.3.2.4 Pilar de Mantenimiento Autónomo	30
1.3.2.2 Mantenimiento Planificado	31
1.3.3 Productividad	32
1.4 Formulación del problema	33
1.4.1 Problemática general	33
1.4.2 Problemática específica	33
1.5 Justificación del estudio	33
1.5.1 Justificación teórica	33
1.5.2 Justificación técnica	34
1.5.3 Justificación metodológica	34
1.6 Hipótesis	35
1.6.1 Hipótesis general	35
1.6.2 Hipótesis específica	35
1.7 Objetivo	35
1.7.1 Objetivo general	35
1.7.2 Objetivo específico	35
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	36
2.1 Tipo y diseño de investigación	36
2.1.1 Diseño de investigación	36
2.1.2 Tipo de investigación	37
2.2 Operacionalización de variables	38
2.2.1 Lean Manufacturing	38

2.2.2 Mantenimiento Productivo Total.....	39
2.2.2 Productividad.....	40
2.3 Población y muestra.....	43
2.3.1 Población.....	43
2.3.2 Muestra.....	43
2.4. Técnicas de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	43
2.4.1 Instrumento.....	44
2.4.2 Validez.....	44
2.4.3 Confiabilidad.....	44
2.5 Método de análisis de datos.....	45
2.5.1 Análisis descriptivo.....	45
2.5.2 Análisis inferencial.....	45
2.6 Aspectos éticos.....	45
2.7 Desarrollo de la propuesta.....	46
2.7.1 Situación actual.....	46
2.7.1.1 Descripción de la línea de producción.....	48
2.7.1.2 Descripción de la problemática.....	51
2.7.1.4 Descripción actual de la maquinaria.....	57
2.7.2 Propuesta de mejora.....	61
2.7.2.2 Instrumentos de mejora en el área de moldeado.....	61
2.7.4 Resultados.....	80
2.7.5 Análisis económico financiero.....	84
III Resultados.....	86
3.1 Análisis descriptivo.....	86
3.2 Análisis inferencial.....	87
3.2.1 Análisis de la hipótesis general.....	87
3.2.1.1 Contrastación de la hipótesis general.....	88
3.2.2 Análisis de la hipótesis específica 1.....	90
3.2.2.1 Contrastación de la hipótesis específica 1.....	91
3.2.3 Análisis de la hipótesis específica 2.....	92
3.2.3.1 Contrastación de la hipótesis específica 2.....	93
IV DISCUSIÓN.....	95
VI. RECOMENDACIONES.....	100
Referencias Bibliográficas.....	102
ANEXOS.....	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Niveles de productividad a nivel global	1
Figura 2. Niveles de productividad en el Perú	2
Figura 3. Diagrama Causa-efecto en el área de moldeado	4
Figura 4. Diagrama de Pareto área de moldeado	8
Figura 5. Estratificación de problemas	10
Figura 6. Pilares de Mantenimiento Productivo Total	25
Figura 7. Localización de la compañía Rodriguez S.A.C	46
Figura 8. Organigrama de la compañía Rodriguez S.A.C	47
Figura 9. Proceso de fabricación	49
Figura 10. Situación actual de las fallas pre-test	51
Figura 11. Tiempo de reparación pre-test	52
Figura 12. Recolección de datos de indicadores	53
Figura 13. Análisis de indicadores pre-test	54
Figura 14. Niveles de eficiencia pre-test	55
Figura 15. Niveles de eficacia pre-test	56
Figura 16. Niveles de productividad pre-test	56
Figura 17. Máquina de secado Kneader 30 V. Americana	58
Figura 18. Máquina de corte Cortex 31	59
Figura 19. Máquina de moldeado Rawter 32	60
Figura 20. Máquina de barnizado Soliech 33	60
Figura 21. Orden de trabajo del mantenimiento	62
Figura 22. Lección de un solo punto	63
Figura 23. Tarjeta de control en el mantenimiento	64
Figura 24. Lista de verificación de máquina propuesto	65
Figura 25. Reverso de lista de verificación de máquina propuesto	66
Figura 26. Diagrama de Gantt de operaciones correctivas	67
Figura 27. Pasos para implementar el Mantenimiento Autónomo	69
Figura 28. Formato de control en tarjeta roja	71
Figura 29. Requerimientos de Mantenimiento Autónomo	72
Figura 30. Consideraciones técnicas de funcionamiento	74
Figura 31. Tarjeta de control Tpm área de moldeado	75
Figura 32. Tarjeta de control Tpm área de secado	76
Figura 33. Formato de control Tpm área de cortado	77
Figura 34. Formato de control Tpm área de barnizado	78
Figura 35. Cronograma de disopado	79
Figura 36. Análisis de indicadores post-test	80
Figura 37. Análisis de eficiencia post-test	81
Figura 38. Análisis de eficacia post-test	81
Figura 39. Análisis de la productividad post-test	82
Figura 40. Recolección de datos post-test	83
Figura 41. Comparativa de la eficiencia antes y después	86
Figura 42. Comparativa de la eficiacia antes y después	86
Figura 43. Comparativa de la productividad antes y después	87

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Identificación de causas de la baja productividad	6
Tabla 2. Matriz de correlación de causas	7
Tabla 3. Alternativas de solución	9
Tabla 4. Estratificación de causas.....	10
Tabla 5. Matriz de priorización.....	11
Tabla 6. Fase de desarrollo de Mantenimiento Productivo Total	27
Tabla 7. Fase de desarrollo de Mantenimiento Productivo Total	28
Tabla 8. Alcances de Mantenimiento Productivo Total.....	29
Tabla 9. Aplicación de Mantenimiento Autónomo	Error! Bookmark not defined.
Tabla 10. Matriz de operacionalización.....	42
Tabla 11. Descripción de la maquinaria en el proceso de fabricación de puertas	57
Tabla 12. Análisis económico de los recursos utilizados	84
Tabla 13. Análisis beneficio costo	85
Tabla 14. Margen de contribución.....	85
Tabla 15. Prueba de normalidad productividad	88
Tabla 16. Comparación de medias de la productividad por medio de T-student.....	89
Tabla 17. Prueba estadística T-student en la productividad	89
Tabla 18. Prueba de normalidad eficiencia.....	90
Tabla 19. Comparación de media en la eficiencia prueba T-student.....	91
Tabla 20. Prueba estadística de eficiencia en T-student.....	92
Tabla 21. Prueba de normalidad eficacia	93
Tabla 22. Comparación de media en la eficacia Prueba T-student	94
Tabla 23. Prueba estadística de eficacia T-student.....	94

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1. Matriz de coherencia	105
Anexo 2. Matriz de operacionalización.....	106
Anexo 3. Ficha de recolección de datos pre-test.....	107
Anexo 4. Ficha de recolección de datos Post-test.....	108
Anexo 5. Validación de juicio de expertos 1	109
Anexo 6. Validación juicio de expertos 2	110
Anexo 7. Formato de lista de verificación propuesto	111
Anexo 8. Formato de identificación de causas	112
Anexo 9. Reverso del formato de verificación	113
Anexo 10. Orden de trabajo para mantenimiento	114
Anexo 11. Tarjetas de control TPM.....	115
Anexo 12. Consideraciones técnicas de Mantenimiento Autónomo.....	116
Anexo 13. Requerimientos básicos para el Mantenimiento Autónomo.....	117
Anexo 14. Ficha de identificación de causas	118
Anexo 15. Formato de auditoria mantenimiento	119
Anexo 16. Formato de control de lubricación	120
Anexo 17. Formato de procedimiento de mantenimiento en Moldeado.....	121
Anexo 18. Ficha técnica puerta de madera	122
Anexo 19. Registro y verificación de máquina Kneader	123
Anexo 20. Registro y verificación de máquina Cortex	124
Anexo 21. Registro y verificación de máquina Rawter.....	125
Anexo 22. Tarjeta de control Tpm área de secado y barnizado.....	126
Anexo 23. Tarjeta de control Tpm área de cortado y moldeado	127
Anexo 24. Formato de control de fallas.....	128
Anexo 25. Formato de utilización de materiales	129
Anexo 26. Formato del cronograma de disopado.....	Error! Bookmark not defined.
Anexo 27. Cronograma de actividades disopado propuesto	130
Anexo 28. Resultados Turnitin.....	131
Anexo 29. Porcentaje obtenido en el Turnitin.....	131

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como objetivo fundamental mejorar los niveles de productividad en el área de moldeado en la compañía Rodríguez S.A.C., la cual se dedica a fabricar y comercializar puertas de madera en todo el sector de lima metropolitana.

La aplicación de la metodología de Lean Manufacturing se llevó a cabo por medio de la herramienta de Mantenimiento Productivo Total, enfocándose en la mejora del rendimiento y confiabilidad de la máquina de moldeado, puesto que la mayor cantidad de causas están localizadas en ese sector. La población del proyecto de investigación está compuesta por las operaciones de la máquina Ryder en el período de 30 días, considerando que se trata de una muestra no probabilística se puede afirmar que los datos de la muestra son equivalentes a la población.

El proyecto de investigación es de nivel aplicado, con un enfoque cuantitativo, puesto que los datos registrados tienen un comportamiento paramétrico, por lo cual se utilizó la prueba de T-Student, para lograr la aceptación absoluta de la hipótesis, obteniendo mejorías en los indicadores de productividad de 26.5%, eficiencia 12.5% y eficacia 19.8%.

ABSTRACT

The objective of this research project is to improve productivity levels in the molding area at Rodriguez S.A.C., which is dedicated to manufacturing and marketing wooden doors throughout the metropolitan Lima sector.

The application of the Lean Manufacturing methodology was carried out through the Total Productive Maintenance tool, focusing on improving the performance and reliability of the molding machine, since the greatest number of causes are located in that sector. The population of the research project is composed of the operations of the Ryder machine in the 30-day period, considering that it is a non-probabilistic sample, it can be affirmed that the sample data is equivalent to the population.

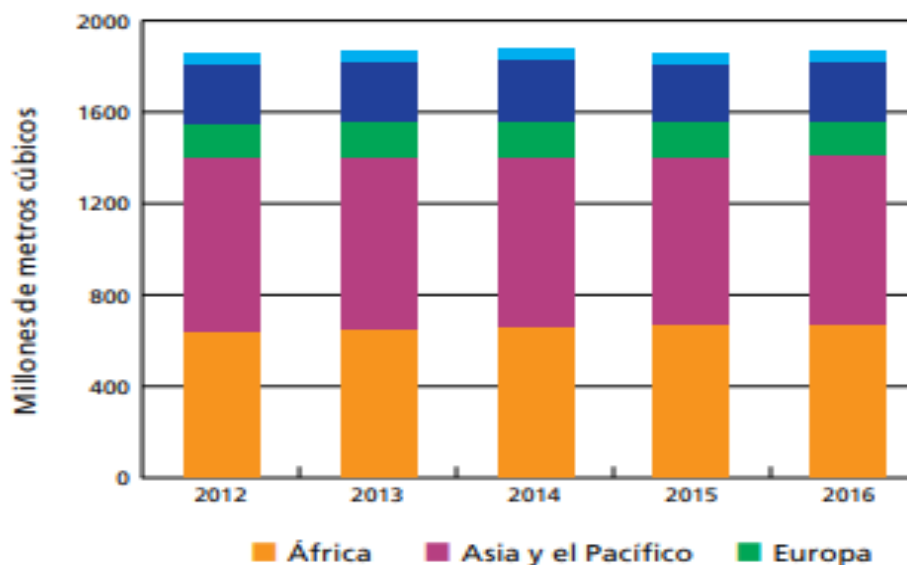
The research project is of applied level, with a quantitative approach, since the recorded data have a parametric behavior, for which the T-Student test was used, to achieve absolute acceptance of the hypothesis, obtaining improvements in the indicators of productivity of 26.5%, efficiency 12.5% and efficiency 19.8%.

I.INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

En la actualidad, las compañías del sector manufacturero tienen un papel fundamental en el desarrollo global a nivel industrial, ya que genera la suficiente cantidad de empleabilidad y cantidad de producto terminado, aportando con los niveles de producción. Sin embargo los países que no cuentan con la tecnología suficiente, necesitan de metodologías aplicadas para mejorar los procesos de producción y obtener mejores índices de productividad. Japón es el país con mayor nivel de productividad y rentabilidad en los últimos años debido a que cuenta con diversas metodologías instauradas dentro de todas las organizaciones, tales como 5s, Mantenimiento Productivo Total, Lean Manufacturing entre otros. (Montoya, 2018 pág. 19) en la revista Fao afirma que el mercado a nivel mundial obtiene niveles de producción con tendencias de crecimiento en 35% entre 2010 y 2015 dado que tienen objetivos totalmente estratégicos para poder contribuir con las mejoras en los niveles de eficiencia y eficacia a nivel de la organización. Tal y como se afirma en la Figura 1.

Figura 1. Niveles de productividad a nivel global



Fuente: La industria de la madera

En la Figura 1 se puede visualizar un crecimiento súbito en cuanto a los niveles de producción a nivel global, en donde se destaca la participación del continente asiático, puesto que tiene mayores niveles de producción. Esto se debe a que utiliza metodologías de la ingeniería para poder mejorar cada indicador, como productividad, eficiencia y eficacia.

Por otro lado (Suárez, 2018 pág. 13) afirma que “El sector maderero tiene un crecimiento sustancial a nivel estratégico, respecto a las mejora de procedimientos de trabajo, mejorando los indicadores de productividad, además contribuye con el desarrollo de la competitividad a nivel industrial,

Figura 2.Niveles de productividad en el Perú

Producto	Unidad	Producción			
		2015	Var. (%) respecto a:		
			2014	2000	1980
Madera en rollo	millón m³	3 714	1%	7%	19%
Combustible de madera	millón m³	1 866	0%	5%	11%
Madera en rollo industrial	millón m³	1 848	2%	9%	27%
Pellets de madera	Millón ton.	28	8%	-	-
Madera aserrada	millón m³	439	4%	14%	4%
Tableros de madera	millón m³	388	5%	108%	283%
Chapas y madera terciada	millón m³	161	9%	142%	267%
Tableros de partículas y de fibra	millón m³	227	3%	89%	294%
Pulpa de madera	Millón ton.	173	1%	1%	38%
Pulpa de otras fibras	Millón ton.	13	-5%	-13%	82%
Papel recuperado	Millón ton.	221	3%	54%	337%
Papel y cartón	Millón ton.	400	1%	23%	136%

destacando los niveles de productividad

Fuente: FAO (2018)

La compañía Rodriguez S.A.C ofrece el servicio de fabricación y comercialización de productos de madera, específicamente puertas clásicas y modernas. Actualmente las maquinarias ubicadas en el área de corte y moldeo han tenido problemas de rendimiento y disponibilidad.

Por lo cual es necesario aplicar la metodología de Lean Manufacturing utilizando la herramienta de Mantenimiento Productivo Total, con el propósito de mejorar los niveles de productividad.

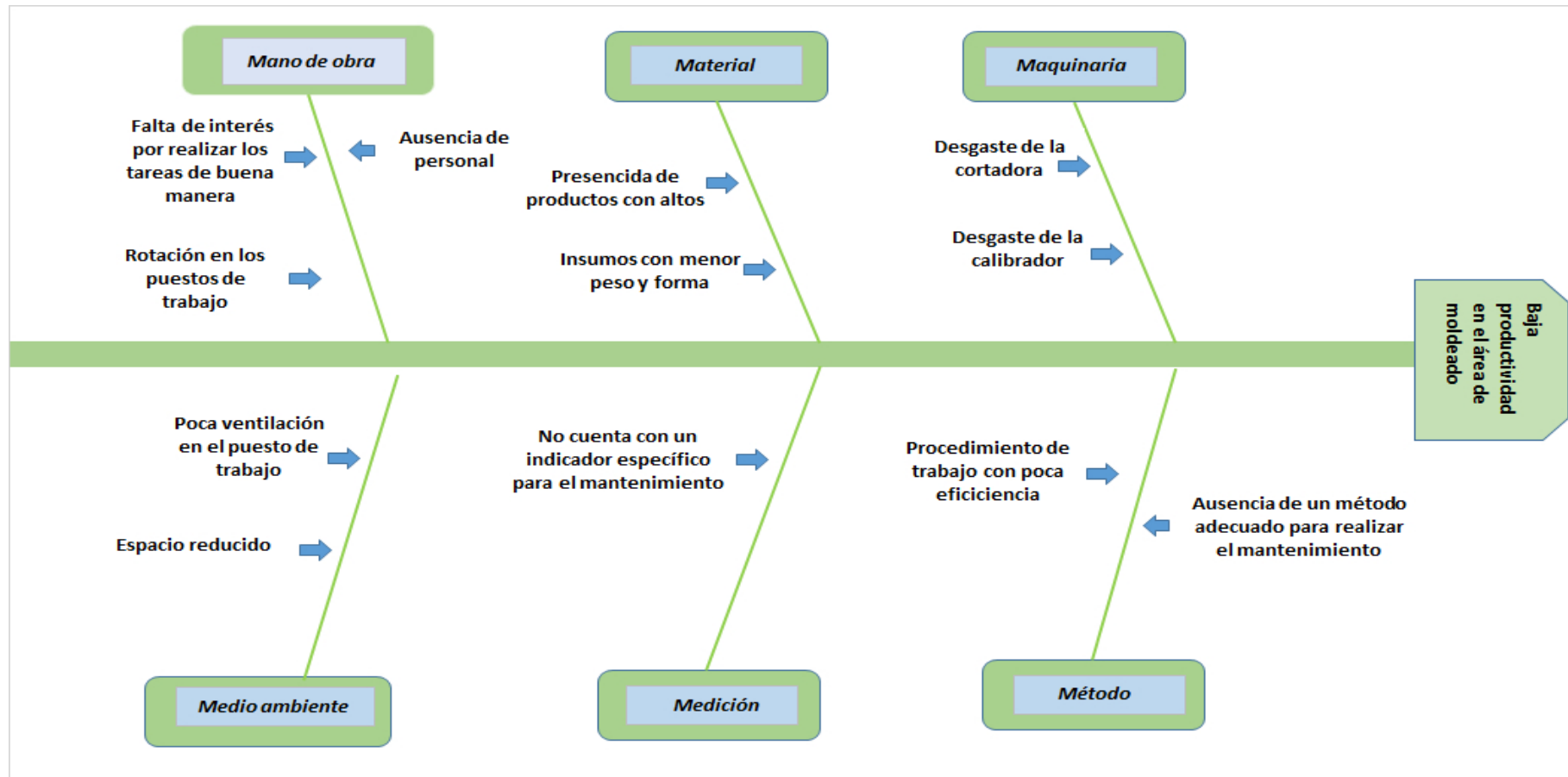
Hay que recalcar que los niveles de fallos dentro de la línea de producción son recurrentes, así que es necesario aplicar metodologías que busquen mejorar y reducir la cantidad de paradas innecesarias, por tal motivo se sugirió proponer una propuesta de mejora, la cual servirá como respuesta ante la problemática general.

Las circunstancias que generan la aparición de fallos se debe a la longevidad que posee cada máquina, es decir que sólo se busca producir el bien, pero no se toman las medidas necesarias para poder realizarlo en buenas condiciones, ya que en el proceso de producción se localizaron los siguientes problemas:

- Productos defectuosos
- Paradas innecesarias
- Procedimientos inadecuados

A partir de los puntos críticos descritos, se realizará el detallado que corresponde respecto a las causas que propician los niveles bajos de productividad, por lo cual se llevará a cabo la elaboración del Diagrama Ishikawa.

Figura 3. Diagrama Causa-efecto en el área de moldeado



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 3 se puede visualizar la problemática localizada dentro del área de moldeado, en donde se priorizó la especificación de cada causa generada, teniendo como consecuencia los niveles bajos de productividad en la máquina de moldeado. Hay que recalcar que es necesario detallar todas las causas para tener claridad en cuanto a la propuesta de mejora.

- **Mano de obra:** A nivel de mano de obra se localizó que los trabajadores no tenían procedimientos de trabajo para llevar a cabo el mantenimiento, disminuyendo el interés de realizar cada operación. También existe una cantidad reducida de personal en el área de moldeado, dificultando la continuidad del flujo de producción.
- **Material:** A nivel de material se encontró que los insumos utilizados para la fabricación de puertas tenían altos índices de humedad, lo cual no era óptimo para el proceso. Así como también se localizaron insumos con menor peso al estándar requerido.
- **Maquinaria:** A nivel de maquinaria se localizó que la cortadora poseía un desgaste notorio dificultando la continuidad de las operaciones en el área de moldeado.
- **Medio ambiente:** A nivel de medio ambiente se verificó que no se contaba con espacio suficiente para llevar a cabo la operación de moldeado, adicionando que existía poca ventilación dentro del área, haciendo más complejo la ejecución de cada actividad.
- **Medición:** A nivel de medición se demostró que no existía un indicador específico para el mantenimiento
- **Método:** Ausencia de un método adecuado para llevar a cabo el mantenimiento, debido a que solo se empleaban actividades correctivas y no se prevenían la aparición de fallas dentro de la línea de producción

Después de identificar todas las causas de la problemática general se procede a analizar la causa más trascendental en la línea de producción, la cual se encuentra descrita por las fallas y anomalías localizadas en la maquinaria del área de moldeado, perjudicando los niveles de productividad y continuidad del flujo productivo, por lo tanto se elaborará la definición del área del estudio a través de la Tabla 1.

Tabla 1. Identificación de causas de la baja productividad

Cantidad	Causas
C1	Desgaste de la cortadora
C2	Desgaste del calibrador
C3	Falta de interés por realizar las tareas de buena manera
C4	Rotación en los puestos de trabajo
C5	Ausencia de un método adecuado para llevar a cabo el mantenimiento
C6	Presencia de insumos con menor peso y forma
C7	No cuenta con un indicador específico para el mantenimiento
C8	Poca ventilación en el puesto de trabajo
C9	Presencia de productos con altos de niveles de humedad
C10	Procedimiento con poca eficiencia
C11	Espacio reducido
C12	Ausencia de personal

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 1 representa las causas fundamentales que generan los niveles bajos en la productividad, ya que la problemática se identificó dentro del área de producción. Cada una de las causas tiene que ser clasificada de acuerdo al nivel de influencia, debido a que será sometido a un periodo de análisis a través de las herramientas de ingeniería con el propósito de identificarlas y contrarrestarlas de manera objetiva.

La finalidad del proyecto de investigación es aumentar los niveles de productividad aplicando la metodología de Lean Manufacturing, utilizando la herramienta de Mantenimiento `Productivo Total

Las causas descritas tendrán una ponderación respecto a su nivel de participación e inferencia en la problemática general, esto debido a que se elaborará el análisis 80/20 con la finalidad de eliminar el 20% de las causas que se generan en un proceso determinado, tal es así que el 80% restante corresponderá a la planificación de la propuesta de mejora en todas las causas localizadas. Hay que recalcar que para determinar la causa con mayor incidencia dentro de la problemática se utilizó el siguiente formato en el área de moldeado, el cual está determinado por el Anexo 8.

Tabla 2. Matriz de correlación de causas

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	Frecuencia	Acumulado	% Frecuencia	Frecuencia Acumulada	80-20
C1		0	0	0	2	2	3	1	3	4	3	0	18	18	15%	15%	80%
C2	0		1	2	3	2	3	2	1	2	0	1	17	35	14%	30%	80%
C3	1	0		1	1	1	1	1	1	2	1	0	10	45	8%	38%	80%
C4	1	1	0		1	1	0	2	0	2	1	1	10	55	8%	47%	80%
C5	1	1	1	1		2	1	1	0	1	0	1	10	65	8%	55%	80%
C6	1	1	1	1	1		0	2	1	0	0	1	9	74	8%	63%	80%
C7	1	1	0	0	1	1		2	1	0	1	0	8	82	7%	69%	80%
C8	1	0	1	1	0	1	0		1	2	0	1	8	90	7%	76%	80%
C9	1	1	1	0	0	1	0	1		1	0	1	7	97	6%	82%	80%
C10	1	0	1	1	1	1	0	1	0		1	1	8	105	7%	89%	80%
C11	0	1	0	1	3	0	1	0	0	1		0	7	112	6%	95%	80%
C12	0	0	0	2	0	1	0	2	0	1	0		6	118	5%	100%	80%
													118		100%		

Fuente: Elaboración propia

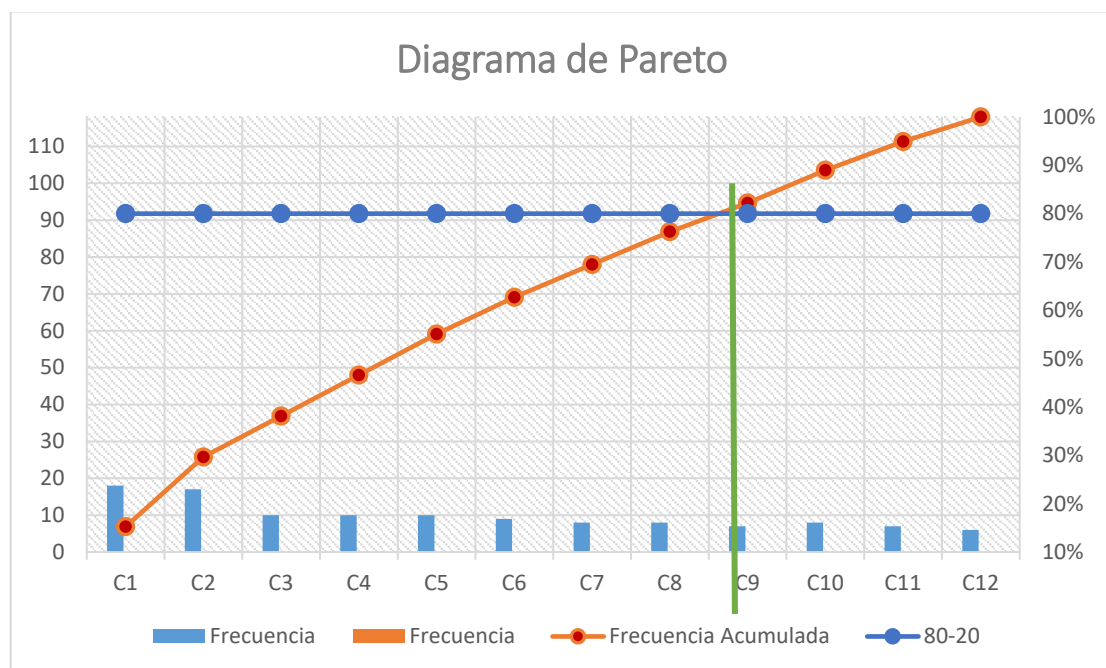
Las frecuencias de la matriz de correlación de causas están estipuladas de acuerdo al criterio inclusivo por la materia de la investigación, considerando la relación existente entre cada causa. Permitiendo la promulgación de los siguientes criterios, es decir si las causas tienen relación estable entre si =4, si la relación es de nivel asociativo medio=3, si la relación es promiscua equivale a 1, por ultimo si no existe relación alguna será 0.

La Tabla 2 representa los parámetros de frecuencialidad, destacando las causas más influyentes en la problemática general, esto con la finalidad de jerarquizarlas con la clasificación ABC, debido a que es el instrumento adecuado para el análisis de causas, asimismo se propuso adjudicar puntuaciones de acuerdo a la influencia entre cada causa analizada y evaluar los problema en la linea de producción de puertas durante la jornada laboral.

A partir de la Matriz de correlación se puede afirmar que la causa con mayor participación es el desgaste de la cortadora con (18), desgaste del calibrador (17), falta de interés por realizar las tareas de buena manera (10), rotación en los puestos de trabajo (9), ausencia de un método adecuado para el mantenimiento (8), presencia de insumos con menor peso y forma (8), no cuenta con indicador específico de mantenimiento (7), presencia de productos con altos de niveles de humedad (8), procedimiento con poca eficiencia (7), espacio reducido(4), ausencia de personal (6).

Par poder establecer la causa fundamental del proyecto de investigación, es necesario proceder con la elaboración del diagrama de Pareto, a fin de identificar el 80% de las causas más influyente en el área de moldeado. Tal y la Figura 4.

Figura 4. Diagrama de Pareto área de moldeado



Fuente: Elaboración propia

Existen 12 causas esenciales que generan índices bajos en la productividad, destacando la participación de las 5 primeras causas, debido a que se encuentran dentro de la clasificación superior A, ya que representa el 80% de problemas. Por lo cual es imprescindible realizar una investigación de tipo aplicada constituida por la metodología de Lean Manufacturing, con la finalidad de incrementar los niveles de productividad en el área de moldeo de puertas en la compañía Rodríguez S.A.C.

Para seguir con el análisis científico se procedió a realizar un checklist, en donde se detalla toda la propuesta de mejora, considerando una solución por cada factor localizado, promoviendo las alternativas de solución a fin de solucionar la problemática, por ello es imprescindible llevar a cabo un control jerarquizado de las herramientas que se van a utilizar dentro del proyecto de investigación. Tal y como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Alternativas de solución

Causas		LEAN MANUFACTURING	Alternativas de solución	Herramienta de soporte
C1	Paradas constantes por desgaste de la cortadora		Mantenimiento Productivo Total	Mantenimiento Autónomo
C2	Paradas constantes por desgaste del calibrador		Aumento de personal	Tpm Administrativo
C3	Falta de interés por realizar las tareas de buena manera		Mantenimiento Productivo Total	Mantenimiento Autónomo
C4	Rotación en los puestos de trabajo		Plan ergonómico	Manual Westhinghouse
C5	Ausencia de un método adecuado para llevar a cabo el mantenimiento		Contol de calidad	Gestión de la calidad
C6	Presencia de insumos con menor peso y forma		Tpm	Tpm Administrativo
C7	No cuenta con un indicador específico para el mantenimiento		9S	Rendimiento de personal 5S
C8	Poca ventilación en el puesto de trabajo		Tpm	Tpm Administrativo
C9	Presencia de productos con altos de niveles de humedad			
C10	Procedimiento con poca eficiencia			
C11	Espacio reducido			
C12	Ausencia de personal			

Fuente: Elaboración propia

Dada la variedad de las causas que se generan en el área de producción, se propone instaurar actividades correctivas fundamentadas en la aplicación de la Metodología de Lean Manufacturing, con la finalidad de incrementar los niveles de disponibilidad y rendimiento de la maquinaria, provocando un aumento en la capacidad del flujo del productivo. Es por esta razón que se realizará la estratificación de las causas con el propósito de localizar la orientación de la propuesta de mejora. Tal y como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4.Estratificación de causas

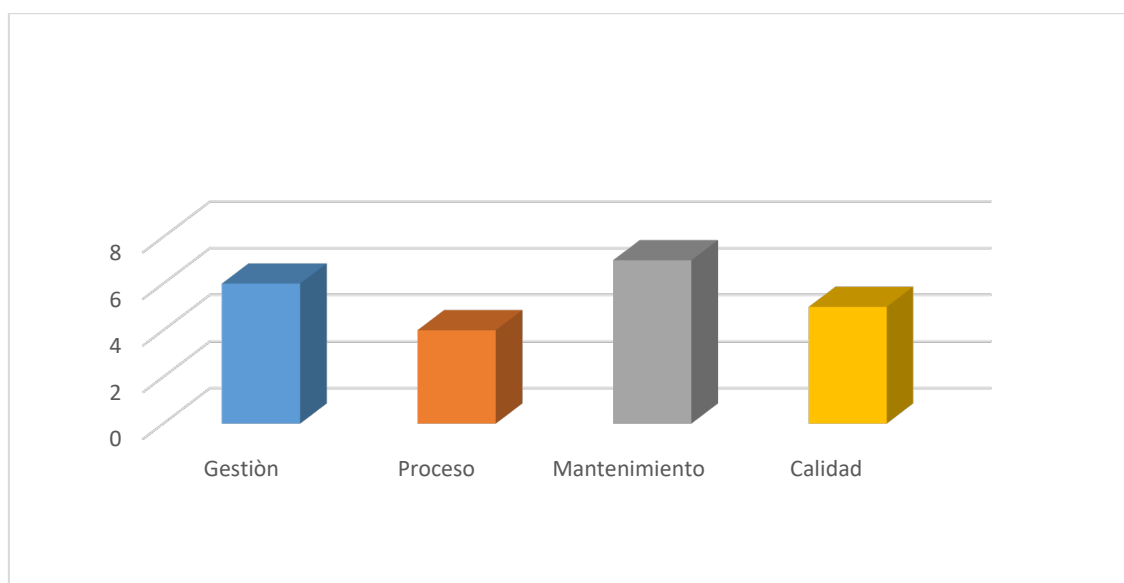
Cantidad	Causas	Gestión	Proceso	Mantenimiento	Calidad	Total
C1	Desgaste de la cortadora	0	1	1	1	3
C2	Desgaste del calibrador	1	1	1	1	4
C3	Falta de interés por realizar las tareas de buena manera	1	1	1	1	4
C4	Rotación en los puestos de trabajo	1	0	0	0	1
C5	Ausencia de un método adecuado para realizar el mantenimiento	1	0	1	0	2
C6	Procedimiento de trabajo con poca eficacia	1	1	1	0	3
C7	No cuenta con un indicador específico para el mantenimiento	0	0	0	1	1
C8	Poca ventilación en el puesto de trabajo	0	0	1	0	1
C9	Presencia de productos con altos niveles de humedad	0	0	1	0	1
C10	Procedimiento con poca eficiencia	0	0	1	1	2
C11	Espacio reducido	0	0	0	0	0
C12	Ausencia de personal	1	0	0	0	1
		6	4	8	5	23

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 4 representa el sector de direccionamiento de la mejora, con el propósito de resolver la problemática general, en donde se muestra el puntaje designado como 0 si no tiene relación al sector de la mejora y 1 si tiene relación con el sector de la mejora.

El proyecto de investigación está constituido para resolver problemas a nivel de mantenimiento de las máquinas en el área de moldeado, esto debido a que se generaron diversa cantidad de paradas innecesarias dentro de la línea de producción, ocasionando una disminución en la fabricación de los productos terminados. Asimismo, hay que recalcar que la puntuación obtenida es 8.

Figura 5. Estratificación de problemas



Fuente: Elaboración propia

La Figura 5 representa la estatificación de problemas, descrita por el sector de mantenimiento, esto debido a que la mayor parte de las causas se localizaron en el área de moldeado. Para reducir la aparición de desgastes en la maquinaria se promovió la propuesta de aplicar la herramienta de Mantenimiento Productivo Total, la cual será utilizada para reducir las causas más notorias, con la finalidad de aumentar los niveles de productividad.

Por tal motivo, se procedió a realizar la matriz de priorización en la Tabla 5 con el propósito de identificar la mejor propuesta. Determinando que la metodología de Lean Manufacturing es la mejor opción para erradicar las causas que generan la aparición de paradas innecesarias dentro del área de moldeado

Tabla 5. Matriz de priorización

	Consolidado de problemas						Nivel de criticidad			Impacto			Medidas correctivas	
	Medición	Mano de obra	Maquinaria	Ambiente	Materiales	Métodos								
Gestión	2	3	0	1	1	1	Medio	8	17%	6		1	Mejora de procesos	
Proceso	1	3	2	1	1	3	Medio	11	23%	7		2	Ciclo PHVA	
Mantenimiento	6	2	3	2	2	4	Alto	19	40%	10		4	Lean Manufacturing	
Calidad	2	0	1	0	3	4	medio	10	21%	8		3	Gestión de calidad	
Total de problemas	11	8	6	4	7	12		48	1					

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5, se puede visualizar la muestra de las causas en las áreas de gestión, proceso, mantenimiento y calidad., ya que por medio de la matriz de priorización se logró definir el sector de la orientación de la propuesta de mejora, planteada por el proyecto de investigación, la cual está referida por la metodología Lean Manufacturing, utilizando la herramienta de Mantenimiento Productivo Total como fundamenta para erradicar las causas que generan niveles bajos en la productividad.

1.2 Trabajos previos

La investigación propuesta se encuentra constituida por el apoyo de artículos científicos, tesis académicas, paper y revistas electrónicas, esto debido a que es imprescindible utilizar referencias informativas con carácter analítico para certificar el valor del estudio realizado.

1.2.1 Antecedentes Nacionales

(Aranibar) en la tesis **“Aplicación del Lean Manufacturing para mejorar la productividad en una empresa manufacturera (Tesis para obtener el título de Ingeniero industrial). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima : Perú, 2016.**

El objetivo fundamental de la tesis fue realizar mejoras en cuanto a los procedimientos de trabajo y erradicar las actividades que no agregan valor, logrando erradicar la cantidad de desperdicios, además se lograron utilizar la cantidad mínima de stock, con gran flexibilidad y capacidad de adaptación. De esta forma se obtuvieron resultados favorables respecto al aseguramiento de la continuidad del flujo de producción. Siguiendo una metodología aplicada, orientada a la mejora de la productividad utilizando la herramienta Kanban, utilizó una población evitando el manejo excesivo de materiales y facilitando el control de la producción por medio de tarjetas de control. Empleando una población, en el trabajo de investigación se consiguió mejorar el área de producción, aumentando los niveles de productividad en 30% llegando a obtener una mejora considerable, también se logró implementar un sistema de mejora continua utilizando las herramientas de Mantenimiento Productivo Total y eventos Kaizen, teniendo como principal objetivo la mejora del flujo productivo.

La contribución de la tesis descrita fue fundamental, para el planteamiento del proyecto de investigación, dado que tomó como referencia la metodología de Mantenimiento Productivo Total, como herramienta para incrementar los niveles de productividad, consiguiendo una mejora en el proceso de fabricación

(Bazán, 2018) en su tesis “ **Proyecto de mejora del Mantenimiento Productivo Total para reducir los costos de mantenimiento en la empresa Setrami S.A.C**” (Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial). **Universidad Privada del Norte. Trujillo : Perú, 2018.**

La presente tesis trató acerca de la implementación de la filosofía de Mantenimiento Productivo Total, empleando el pilar de Mantenimiento Autónomo, Planificado, en donde se priorizó mejorar los procedimientos de trabajo, al momento de llevar a cabo las actividades de mantenimiento, esto debido a la aparición de fallas en la maquinaria. Este proyecto de investigación planteó ejecutar operaciones correctivas y preventivas dentro de la línea de producción a fin de prevenir la aparición de paradas innecesarias. La implementación de la metodología logró una mejora sustancial en la reducción de costos respecto a las operaciones de mantenimiento, maximizando la vida útil, obteniendo mejoras en materia de seguridad y salud en el trabajo, asimismo se obtuvo un aminoramiento de costos en cuanto a la aplicación del mantenimiento. Empleando una metodología de tipo pre-experimental y aplicada. Se emplearon las herramientas del Mantenimiento Autónomo y Programado, utilizando parámetros de control por medio de las 5s, asimismo se promovió la inserción de nuevos procedimientos de trabajo en el área de mantenimiento para mejorar los indicadores de productividad, permitiendo una mejora en la disponibilidad de la máquina en 15 %, a partir de actividades de mantenimiento correctivo y preventivo obteniendo un beneficio de 30% en los costos de mantenimiento.

El aporte de la tesis descrita fue elemental al momento de desarrollar el proyecto de investigación, puesto que utiliza los tres pilares más importantes que se emplearán como parte de la propuesta de mejora Mantenimiento Autónomo y Programado obteniendo beneficios en la disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria.

(Castrejón, 2016) en la tesis “**Implementación de heramientas de manufactura esbelta en el área de empaque en un laboratorio farmacéutico**” (Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial). **Universidad Politécnica Nacional. Necaxa : México, 2016.**

La presente tesis tiene como objetivo principal establecer un diseño estratégico para realizar mejoras en el área de empaque dentro de un laboratorio farmaceutico ejecutando actividades de alto análisis para encontrar e identificar las causas fundamentales que ocasionan estos problemas, proponiendo la implementación de las herramientas de manufactura esbelta, acompañado del análisis de los indicadores de productividad.

La cual ha sido manifestado en el área de empaquetado, provocando niveles bajos de eficiencia, ya que solo un tercio del total de máquinas está siendo utilizado, puesto que está ocasionado por las tareas de Set up, es decir, cambios de formato, actividades de ajustes, limpieza total, cambios de lotes entre otros. Hay que mencionar que la investigación es explicativa, porque utiliza fundamentos teóricos basados en la implementación del Mantenimiento Productivo Total, experimental debido a que busca realizar cambios en la productividad a través de la metodología Tpm. La tesis fue realizada mediante un análisis cuantitativo en cuanto al área de empaquetado, ya que de esta manera se busca localizar las causas esenciales, por consiguiente se efectuaron tareas que reduzcan las actividades que no agregan valor dentro de la compañía, por lo cual se vieron en la obligación de llevar a cabo eventos con contenido relevante de acuerdo a un mapa de valor, controles visuales, Poka Yoke, Kanban, Mantenimiento Productivo Total.

Apartir de la ejecución de todas las herramientas de Lean Manufacturing se lograron resolver los diversos problemas que se habían localizado, ya que la primera acción correctiva trato acerca de realizar capacitaciones relacionados a los eventos Kaizen, para reducir la aglomeración de documentos dentro del área de empaquetado, acompañado de procedimientos estandarizados, respecto a la realización de tareas de limpieza y cambios de formato.

(García, 2018) en su tesis **“Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento en una empresa de elaboración de alimentos balanceados, mediante el Mantenimiento Productivo Total ” tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial en la Pontifica Universidad Católica del Perú. Lima: Perú, 2018.**

El objetivo fundamental de la investigación fue mejorar el sistema de gestión en el área de mantenimiento, con el fin de optimizar cada proceso en la línea de producción de alimento balanceado. Las mejoras realizadas se encuentran descritas por actividades correctivas a nivel de mantenimiento autónomo y 5s logrando incrementar los niveles de productividad.

Se propuso implementar un plan de mantenimiento y reducción en las mermas localizadas, por medio de un programa de capacitación respecto a la clasificación y jerarquía de cada tipo de merma, adicionándolo con materia de calidad y seguridad industrial, para establecer un sistema de estandarización en cada proceso, obteniendo una mejora posterior en la post aplicación de la mejora planteada. Logrando mejorar los indicadores de la productividad en 20.4% y 10.24%. La inversión propuesta tuvo un valor positivo respecto Valor Actual Neto y una Tasa Interna de Retorno superior al 9% a nivel mensual.

Así que se puede afirmar que la propuesta de la tesis es viable para mejorar los niveles de productividad. Hay que recalcar que la investigación es aplicada, explicativa, longitudinal, y pre-experimental. El aporte de la tesis fue esencial para la investigación, puesto que se consiguió implementar un diseño de mantenimiento para toda la línea de producción, estableciendo los indicadores como disponibilidad, rendimiento y calidad, enfocándose en la efectividad global de los equipos, obteniendo altos niveles de confiabilidad y rendimiento dentro de la organización

(Maldonado, y otros, 2016) en su tesis ***“Sistema de mejora continua basado en el mantenimiento productivo total para reducir los desperdicios en el área de producción en la empresa Induamerica” (tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial).*** Universidad Señor de Sipán. Lima : Perú, 2016.

El propósito fundamental de la tesis fue instaurar un sistema de Mantenimiento Productivo Total, empleando la herramienta de mantenimiento autónomo con la finalidad de reducir costos, mejorar procesos, establecer auditorías internas. Durante la etapa de implementación de la propuesta de mejora se logró reducir la aparición de fallas dentro de la línea de producción, aumentando su productividad en 10% respecto a la situación actual,

Se aminoró la cantidad de productos defectuosos respecto a la cantidad de sacos producidos, también se aumentó los niveles de Eficiencia Global de los Equipos en 29%.

En la presente tesis se implementaron 5 pilares de la metodología de Mantenimiento Productivo Total, tales como Mejora Focalizada, Mantenimiento Autónomo y Planifica, y por último un plan de capacitación en materia de Seguridad y Salud en el trabajo, con la finalidad de erradicar la presencia de desperdicios. Hay que recalcar que la investigación es aplicada porque busca utilizar la metodología de Mantenimiento Productivo Total para aumentar los niveles de productividad, empleando una población

El aporte de la tesis fue fundamental para la elaboración del proyecto de investigación puesto que abarca la implementación de los pilares principales de la filosofía de Mantenimiento Productivo Total dentro de la línea de producción

(Namuche, y otros, 2016) **en su tesis “*Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la materia prima en el área de producción de una empresa esparragera*” (tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial). Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo : Perú, 2016.**

La presente tesis trató acerca de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing con el objetivo principal de aumentar los índices de productividad dentro del área de elaboración de espárragos. Hay que recalcar que la filosofía utilizada fue aplicativa, con diseño experimental, asimismo se puede concluir que los déficits localizados dentro de la problemática principal, fueron constituidos por el 20% de los factores inmersos en la línea de procesamiento. Tal es así que se procedió a realizar un análisis científico, en cuanto al hallazgo de la cantidad de paradas que intervienen con el desarrollo continuo de un flujo de producción y la generación de productos terminados con alto grado de defectos. Se lograron concretar resultados óptimos, ya que las herramientas utilizadas fueron 5s, Takt Time, Eficiencia Global de Equipos, Mantenimiento Productivo Total, SMED.

También se obtuvieron reducciones efectivas del 5% respecto a la aparición de paradas innecesarias dentro de la línea de producción, planteando actividades correctivas por medio del mantenimiento autónomo.

El aporte de la tesis fue fundamental para el desarrollo del proyecto de investigación, ya que se consiguió emplear las herramientas oportunas para resolver la problemática encontrada, mejorando la productividad en la línea de producción.

(Ogozi, y otros, 2018) en su tesis **“Diseño e implementación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la calidad del servicio de mantenimiento de motos en el Taller Mototécnica Maxi S.AC(tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial). Universidad Peruana de las américas. Lima : Perú, 2018.**

El propósito esencial y básico de la tesis fue implementar la metodología de Mantenimiento Productivo Total, con el fin de mejorar la calidad de servicio del área de mantenimiento, logrando incrementar los niveles de calidad. Tomando en consideración que la investigación cuenta con enfoque cuantitativo y diseño pre-experimental. Asimismo, se planteó instaurar los pilares de Mantenimiento Autónomo y Preventivo para reducir la cantidad de fallas dentro del proceso de mantenimiento brindado hacia las motos de 4 tiempos.

La implementación de la metodología mejoró la organización de los procedimientos de trabajo, utilizando la herramienta de las 5S, así que es imprescindible contar con éste instrumento puesto que garantiza una mejora continua en corto tiempo y con alto grado de eficacia, además cuenta con una facilidad notoria al adecuarse a cualquier tipo de proceso o sector productivo.

El desarrollo de la tesis anterior fue de mucha relevancia, al momento de plantear el proyecto de investigación, puesto que utiliza la metodología de Mantenimiento Productivo Total para obtener resultados en el proceso analizado, tal es así que se consideró como fundamento en relación a la problemática que se pretende resolver.

(Salinas, 2017) **“Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa peruana de ascensores S.A “(tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial). Universidad Cesar Vallejo. Lima : Perú, 2017.**

La presente tesis fue desarrollada con la finalidad de incrementar los niveles de productividad, enfocándose en el área de mantenimiento, por lo cual se hizo necesario utilizar herramientas como soporte de gestión, para poder llevar a cabo un control minucioso en relación a los procesos productivos.

Se efectuaron mejoras focalizadas respecto a los pilares de la metodología de Mantenimiento Productivo Total, logrando una mejora de 59.41% en los índices de productividad. Hay que destacar que la tesis que la investigación es aplica, puesto que busca instaurar una metodología en específico para obtener resultados favorables.

La tesis descrita tiene un valor de mucha importancia, respecto al desarrollo del proyecto de investigación, puesto que el objetivo principal es instaurar actividades de carácter correctivo, como un plan de Mantenimiento Autónomo y preventivo con la finalidad de reducir la aparición de paradas dentro de la línea de procesamiento.

(Soto, y otros, 2014) **en su tesis “Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar el proceso productivo de sacos de polipropileno en Norsac S.A (Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial). Universidad Privada del Norte. Lima : Perú, 2014.**

El objetivo Fundamental de la tesis fue implementar eventos kaizen y la herramienta Mantenimiento Productivo Total, puesto que se precisa reducir la cantidad de sacos que contengan fallas, para que de esta manera se logre identificar todos los desperdicios que se encuentran inmersos dentro del flujo de producción, priorizando la erradicación de scrap y reducción de costos. Se obtuvieron mejoras importantes respecto a la eliminación de desperdicios, diseñando un nuevo mapa de flujo de valor, respaldándose en una viabilidad económica estable, generando un margen de ganancia del 20% en relación a la inversión de la propuesta.

El aporte de la tesis fue de mucha importancia, al momento de desarrollar el proyecto de investigación, puesto que se utilizaron las mismas herramientas que se pretenden emplear, para resolver la problemática de la aparición de fallos inesperados y la reducción de desperdicios.

1.2.2 Antecedentes internacionales

(Alarcón, 2015) **en su tesis “Aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing en una empresa del sector plástico(tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial). Universidad Nacional de Guayaquil. Guayaquil : Ecuador, 2015.**

La presente tesis utilizó las herramientas de Lean Manufacturing para reducir la presencia de fallas dentro de la línea de producción de plástico, identificando la cantidad de paradas a través de la herramienta Mantenimiento Productivo Total, con la finalidad de reducir los desperdicios. Los niveles de Efectividad Global de los Equipos tuvieron un crecimiento continuo de 30.4% respecto a la situación actual, tomando como referencia el tiempo de actividades correctivas para contrarrestar las fallas en el rendimiento y disponibilidad.

A partir de la implementación de la metodología de Mantenimiento Productivo Total se mejoró el área de calidad, consiguiendo aumentar los niveles de disponibilidad en 9.7% y se redujo la aparición de tiempos improductivos en 1.95%. Se añadió documentación acerca de todo los tipos de fallas que se localizaron en el producto terminado, con la finalidad de llevar a cabo un control de los desperdicios. El aporte de la tesis fue esencial para el desarrollo de la propuesta de mejora en el proyecto de investigación, puesto que está enfocado a la reducción de desperdicios y paradas dentro de la línea de producción

(Acosta, y otros, 2018) **en su tesis “Propuesta de mejora de Mantenimiento Productivo Total en el proceso de quicio en la empresa Finca” (Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial). Universidad Agustiniana. Bucaramanga : Colombia, 2018.**

El objetivo fundamental de la investigación fue mejorar los niveles de productividad empleando la metodología de Mantenimiento Productivo Total, enfocándose en una mejora trascendental, respecto a los pilares que contienen dicha filosofía,.

Hay que recalcar que la investigación es aplicada, y explicativa. Apartir de las mejoras realizadas se obtuvo una mejora de 20.5% en los indicadores de productividad. El aporte de la tesis fue importante al momento de llevar a cabo el proyecto de investigación puesto que se requiere realizar propuesta de mejora en el área de producción priorizando los pilares de Mantenimiento Autónomo y Planificado.

(Chandran, 2014) **en su artículo de investigación Total Productive Maintenance** aseveró que al instaurar la metodología de Mantenimiento Productivo Total se pueden obtener resultados óptimos, respecto a la maximización del rendimiento y confiabilidad de los equipos, generando un plan maestro de operaciones, logrando conseguir mejoras en cuanto a las condiciones de la maquinaria, obteniendo un amplio margen de desarrollo en 34.3% respecto a los niveles de productividad, empleando controles visuales y formatos de identificación de anomalías frecuentes.

El sustento metodológico fue aplicado puesto que se buscó instaurar la herramienta de Mantenimiento Productivo Total en el área de producción, con la finalidad de mejorar los niveles de rendimiento y confiabilidad. Los instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron por medio de formatos de control de anomalías y propuesta de mejora identificando el pilar más adecuado que sustente la promulgación de las alternativas de solución.

El aporte de la investigación descrita fue esencial para el desarrollo del proyecto, ya que tiene como objetivo mejorar el nivel de rendimiento en cada equipo que presente algún tipo de anomalía no planificada.

(Carrillo, y otros, 2018) **en su artículo de investigación Lean Manufacturing : 5S y Tpm como herramientas de mejora de la productividad en una empresa metalmecánica, Cartagena: Colombia**, informa que al implementar la metodología de Lean Manufacturing se consiguió mejorar los índices de confiabilidad y rendimiento de la máquina de torno en el área moldeado, instaurando un sistema de detección a través de tarjetas de control Tpm, reduciendo así los niveles de fallos en 35.4%. Asimismo se realizó un programa de actividades correctivas a nivel global, identificando las áreas con mayor índice de devaluación. Para su posterior renovamiento y la instauración de nuevos formatos de trabajo.

El enfoque metodológico fue de tipo aplicado, ya que se buscó instaurar las herramientas de Mantenimiento Productivo Total y 5s para mejorar los niveles de productividad. Utilizando métodos de estudios analíticos, donde el diseño de la investigación fue pre-experimental. La instauración de la metodología de Lean Manufacturing trajo consigo el mejoramiento e incremento de la vida útil de la maquinaria, esto debido a que logró diseñar un plan de carácter preventivo ante eventualidades de fallas frecuentes dentro de la línea de producción, con la finalidad de no generar retrasos en las órdenes de producción.

El aporte del artículo de investigación fue fundamental al momento de promulgar el siguiente proyecto de investigación, dado que utilizó la herramienta de Mantenimiento Productivo Total como parte de la mejora, logrando reducir la aparición de fallas y paradas innecesarias dentro de la línea de producción.

(García, 2015) **en su tesis “Propuesta de mejora en el proceso de fundición de acero para incrementar la productividad reduciendo los 7 desperdicios utilizando Lean Manufacturing (tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial). Universidad Nacional Autónoma. s.l. : México, 2015.**

La tesis descrita propuso la utilización de la filosofía de Lean Manufacturing en el proceso de fundición de acero, con el propósito de mejorar los niveles de productividad. Aportando con la reducción de los desperdicios como viruta, productos en mal estado, entre otros. La implementación de las herramientas de 5s lograron incrementar los niveles de productividad, y desempeño de la máquina en 25.6% respecto a la situación actual. Hay que destacar que la investigación según su metodología de estudio es aplicada y explicativa, puesto que se utilizará la herramienta de Lean manufacturing para obtener mejoras en los indicadores de productividad. El aporte de la metodología de Lean manufacturing fue esencial para aumentar los niveles de rendimiento de la maquinaria, así que se puede afirmar que se tomó como sustento para realizar el proyecto de investigación, debido a que se pretende erradicar la cantidad de paros innecesarios dentro de la planta de producción.

1.3 Teorías relacionadas

1.3.1 Lean Manufacturing

“La metodología Lean Manufacturing surge a través de la necesidad de reducir costos, aumentar los niveles de productividad, optimización de procesos definidos, priorizando la erradicación de desperdicios, además de la reducción de aquellas actividades que no generan valor. El objetivo fundamental de esta metodología es instaurar pensamientos concretos respecto a la mejora focalizada, detallando los horizontes propuestos por cada organización” (Hernández, y otros, 2015 pág. 178). Entre la que se destaca lo siguiente:

- Reducir los costos
- Mejorar los procesos de producción
- Aminorar los tiempos de ocio
- Acrecentar los niveles de confiabilidad con los clientes
- Eliminar los Scraps
- Incrementar los índices de productividad

1.3.2 Mantenimiento Productivo Total

Suárez, M en su artículo (Aplicación de Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad, 2015) afirma que “La metodología de Mantenimiento Productivo Total se encuentra descrita por diversas herramientas, orientadas hacia mejoras en el flujo productivo, por medio de un enfoque administrativo, relacionado con los tipos de mantenimiento. El primer modelo instaurado se realizó en Japón, trayendo mejorías respecto a la identificación de desperdicios y reducción de paradas innecesarias”

La filosofía de Mantenimiento productivo total tiene como propósito lograr niveles de conceptualización, es decir obtener índices de afinidad con la metodología, para concretar los objetivos de la organización. Tal es así que consta de 7 pilares fundamentales.

“La filosofía de Mantenimiento Productivo Total promueve un sentido de competitividad elevado, entre cada organización, con el fin de obtener reducciones en cuanto a los costos de producción y la mejora del proceso, por medio del Know How, considerando los requerimientos pertinentes” (Fernández, 2015 pág. 125) En Adición a ello, se destaca lo siguiente:

- Mejorar las condiciones de la maquinaria
- Reducir los tiempo inoperativos y reparación
- Reducir la aparición de fallas en los equipos
- Controlar la eficacia de los instrumentos y maquinaria
- Capacitación y entrenamiento del personal de trabajo

1.3.2.1 Origen y desarrollo del Mantenimiento Productivo Total

(Carnero, y otros, 2016 pág. 25) define que “La denominación de Mantenimiento Productivo Total surgió dentro del Instituto Japonés de plantas de mantenimiento hace 50 años, formulado por el ingeniero Nakajima Seichi. Quién fue uno de los pioneros más resaltantes dentro de las compañías industrializadas, logrando implementar y construir la filosofía. Asimismo, tuvo participación directa en la instauración de esta metodología en los demás países, siguiendo con la aplicación de sistemas totalmente automatizados, los cuales necesitaban de altos índices de confiabilidad y rendimiento en la maquinaria”

(Fernández, 2015 pág. 125) sostiene que “La metodología de Mantenimiento Productivo Total dió su primera aparición a partir de la necesidad de reducir la presencia de paradas innecesarias dentro del ciclo productivo, logrando la participación activa de todo el personal, al momento de llevar a cabo las actividades de producción y mantenimiento. Asimismo, se encuentra en la búsqueda de promover una cultura autónoma respecto a la toma de decisiones por parte de la aplicación de operaciones de mantenimiento”

La instauración de la herramienta de Mantenimiento Productivo Total es fundamental, ya que a través de ella se busca erradicar la cantidad de paradas dentro de la planta de producción, considerándolo como un tipo de desperdicio. Así que es necesario fomentarla para lograr impactos a nivel organizacional, respecto a la utilización de los recursos más importantes. Para la elaboración del proyecto de investigación se tomaron en cuenta las actividades correctivas y el nivel operacional de cada máquina, con el fin de realizar un control activo de la problemática, para que de esta manera se promueva la propuesta de solución, representada por la metodología descrita.

Asimismo, para poder concretar los objetivos planteados por la organización se tiene que tomar en cuenta la participación del factor humano, es decir, los trabajadores. Ya que son los entes con mayor influencia en el proceso, realizando inducciones conceptuales, como la utilización adecuado de las herramientas y la búsqueda de soluciones que faciliten la elevación de los indicadores de productividad.

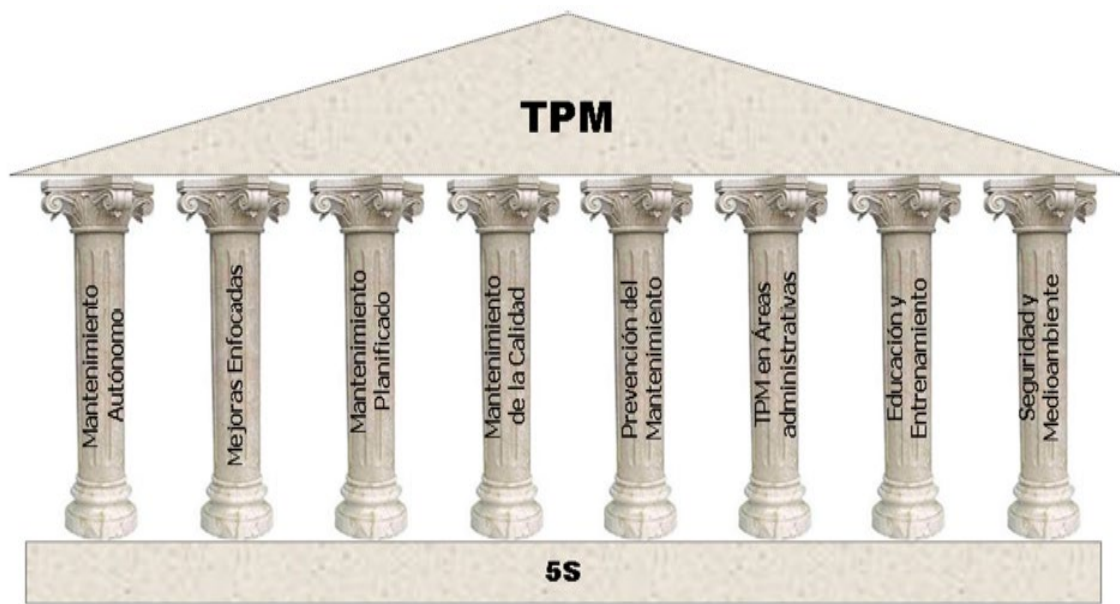
Para poder establecer los objetivos de la metodología se sugiere tener en consideración lo siguiente:

- Reducción en los costos generados por las operaciones de mantenimiento
- Promover la estandarización de operaciones
- Disminución de la cantidad de fallos en los niveles de calidad
- Reducción de las actividades de desopado y limpieza

1.3.2.2 Estructuración del Mantenimiento Productivo Total

(Cuatrecasas, 2010 pág. 414) afirma que “La metodología de Mantenimiento Productivo Total tiene como finalidad elevar el grado de compromiso en los trabajadores, ya que es imprescindible mejorar su rendimiento a través de sistemas estratégicos enfocados hacia la reducción de fallas, tiempos improductivos, paradas innecesarias, defectos en línea de producción. Asimismo, está conformado por 8 pilares fundamentales, los cuales estan descritos por Mantenimiento Autónomo, Mejora Focalizada, Mantenimiento Planificado, Tpm administrativo, Educación y capacitación, Seguridad y medioambiente, Mantenimiento de calidad, Nivel de prevención en Mantenimiento” Tal y como se muestra en la siguiente Figura 6

Figura 6. Pilares de Mantenimiento Productivo Total



Fuente: Cuatrecasas, A y Torrel, F(2010,pág 414)

Mantenimiento Autónomo:

El mantenimiento autónomo tiene como finalidad establecer predomios, respecto al estado de la maquinaria, utilizando la herramienta de la 5S, ya que a través de ella se priorizan los factores de rendimiento, confiabilidad y calidad dentro del ciclo productivo. Asimismo, consta de actividades orientadas al orden, limpieza, jerarquía, disciplina y estandarización. También se considera la participación de todo el personal de trabajo con el objetivo de facilitar las actividades de despiece, limpieza y mantenimiento, para aumentar los niveles de cada indicador productividad, eficiencia global de los equipos, calidad, entre otros.

Mejora focalizada:

Es el pilar con más importancia dentro de la metodología de Mantenimiento Productivo Total, ya que está orientada a la erradicación de todo tipo de fallas, asimismo busca fomentar procesos estandarizados dentro del área de producción, almacenamiento y mantenimiento, obteniendo un mayor control de las actividades.

Mantenimiento planificado:

Tiene como propósito realizar mejoras en aquellas operaciones que forman parte dentro de la aplicación de mantenimiento, las cuales se encuentran descritas para el correcto funcionamiento de la maquinaria, estableciendo actividades periódicas, que aseguren el aumento de la disponibilidad, previniendo posibles fallos, asimismo se busca generar un plan de mantenimiento que cumpla con los requisitos dispuestos por el departamento de calidad.

Mantenimiento de calidad:

El mantenimiento de calidad busca emplear una fase control activa respecto a la conservación de la maquinaria, priorizando sus condiciones y maximización de la vida útil. También se busca fomentar una cultura de prevención y conceptualización de cero defectos, fallas.

Tpm administrativo

La administración del pilar Tpm tiene como propósito aumentar los niveles de eficiencia por medio de una contraloría, estableciendo sistemas de flujo productivo con la finalidad de erradicar los tiempos improductivos, tomando como referencia la proyección de mejora en la etapa inicial, fundamentándose en el mantenimiento autónomo

Pilar de desarrollo

El principal objetivo es incrementar y desarrollar las habilidades de cada trabajador, brindando las herramientas necesarias para llevar a cabo este fin, es por ello que es necesario implementar un plan de capacitación para fomentar un sentido de pertenencia con cada recurso de la organización, para que de esta manera se logre aumentar los niveles de productividad; teniendo en consideración los factores de rendimiento, confiabilidad, disponibilidad

Seguridad laboral

Es el pilar con más trascendencia puesto que incorpora un sistema integrado a nivel de seguridad para los trabajadores, proporcionando herramientas operativas, con el propósito de generar mejores resultados en cuanto a los niveles de productividad en la organización.

1.3.2.3 Proceso de implementación de Mantenimiento Productivo Total

Según (Cuatrecasas, 2010 pág. 414) afirma que “La implementación activa de la metodología Mantenimiento Productivo Total necesita de cuatro etapas esenciales, que constan de 12 pasos, las cuales son imprescindibles al momento de maximizar la vida útil de la maquinaria, priorizando los factores que influyen en cada indicador, para ello es necesario detallar las fases de implementación, el cual está constituido por la fase de planificación, desarrollo y análisis de resultados”

Tabla 6. Fase de desarrollo de Mantenimiento Productivo Total

Fase de planificación	
1	Definir a los facilitadores de Mantenimiento Productivo Total
2	Preparar la inducción de la metodología TPM
3	Estructurar la campaña metodológica
4	Establecer el Plan maestro

Fuente: elaboración propia

1. Definición del grupo de trabajo para Mantenimiento Productivo Total:

La fase de delimitación de personal de trabajo es imprescindible, puesto que el puesto demanda de habilidades de compromiso y responsabilidad, debido a que está en la etapa inicial. La finalidad de la metodología es fomentar una cultura de prevención, ante la posible aparición de fallas dentro de la línea de producción, es por ello que se tiene que analizar cada factor que influye dentro de la problemática, la cual se encuentra descrita por la cantidad de fallas en la maquinaria de moldeo. Por tal razón se hace necesario la utilización de instrumentos para realizar mejoras como checklist, lección de un solo punto.

2. Preparación de la inducción introductoria:

La inducción introductoria está compuesta por la delimitación de los objetivos, consecuencias y conceptos que brinda la metodología, con el fin de capacitar al personal de trabajo y lograr mayores índices de productividad.

3. Estructuración de la campaña metodológica:

La estructuración de Mantenimiento Productivo Total está descrita por la planificación de actividades de prevención, corrección y erradicación, puesto que el objetivo fundamental es mejorar los niveles de productividad de la maquinaria utilizando herramientas como la lección de un solo punto, check list entre otros.

4. Plan maestro:

El plan maestro está compuesto por la delimitación del pilar que se desea implementar para lograr mejores niveles de eficiencia dentro de la línea de producción, indicando su importancia y tiempo de implementación.

Tabla 7. Fase de desarrollo de Mantenimiento Productivo Total

Fase de desarrollo	
5	Instaurar política de prevención
6	Publicación de la metodología
7	Constituir un sistema de mejora

Fuente: Elaboración propia

5. Instaurar políticas:

La fase de instauración de política es fundamental al momento de llevar a cabo la implementación de la metodología Mantenimiento Productivo Total, ya que por medio de ella se analizan las causas que generan las paradas dentro de la planta, haciendo necesaria la formulación de actividades correctivas.

6. Publicación de la metodología Mantenimiento Productivo Total:

La fase de publicación tiene la finalidad de fomentar un sentido de pertenencia en cuanto a la utilización de la maquinaria e instrumentos, es por ello que se promulgo actividades correctivas por medio del Mantenimiento Autónomo.

7. Constituir un sistema de mejora:

La mejora está constituida por la planificación de actividades de mantenimiento periódico, basado en la inducción correctiva de la maquinaria, garantizando la reducción de fallos y paradas innecesarias.

Tabla 8. Alcances de Mantenimiento Productivo Total

Alcance de la metodología	
8	Formación del grupo de trabajo para capacitación
9	Establecer el sistema de mejora focalizada
10	Instaurar un sistema de mejora para las maquinarias
11	Establecer el grupo de trabajo para sistema y seguridad

Fuente: Elaboración propia

8. Formación del grupo de trabajo:

La constitución del grupo de trabajo es fundamental, para garantizar los niveles de aceptación de la metodología por parte de los operarios, ya que se prioriza un alto grado de aprendizaje en cuanto a la reducción de desperdicios y paradas innecesarias.

9. Instaurar un sistema de mejora:

Es la fase en donde se delimitan las funciones para reducir defectos y fallas dentro de la línea de producción, por medio de las herramientas de Lección de un solo punto, eventos kaizen, Ciclo PHVA.

10. Establecer mejoras focalizadas:

La mejora focalizada está constituida por las diversas herramientas de la metodología Mantenimiento Productivo Total, tales como mantenimiento Autónomo, planificado, preventivo y correctivo.

11. Definición del grupo de seguridad y medio ambiente:

La fase de definición del grupo de seguridad y medio ambiente tiene como finalidad desarrollar actividades de gestión de la seguridad de los trabajadores en la organización por medio de la utilización de los recursos de la organización.

1.3.2.4 Pilar de Mantenimiento Autónomo

(Cuatrecasas, 2010 pág. 414) Asevera que “El pilar de mantenimiento autónomo es fundamental al momento de instaurar la metodología de Mantenimiento Productivo Total, ya que se proyecta desarrollar actividades netamente correctivas, priorizando la participación de los operarios, con la finalidad de prevenir las fallas en la maquinaria, erradicando la cantidad de

Mantenimiento Autónomo

problemas dentro del ciclo productivo”

1	Identificación de fallas en la maquinaria	Disopado general	Desarrollar un plan de localización de fallas
	Planificar mejoras	Erradicar las áreas de difícil acceso	Identificar oportunidades de mejora
		Puesta en marcha de indicadores en actividades correctivas	Planificar estándares de calidad para el área de trabajo
2	Definir funciones de trabajo	Supervisiones generales y específicas	Capacidad de aprendizaje y capacitación hacia los trabajadores inexpertos
3	Aplicar mejoras que prioricen el rendimiento de la maquinaria y la calidad del producto	Supervisión autónoma	Descripción de la maquinaria a nivel de defectos y mejora realizada
		Planificación de un plan de limpieza	
		Instauración del programa de Mantenimiento Autónomo	

Tabla 9. Aplicación del Mantenimiento Autónomo

1.3.2.2 Mantenimiento Planificado

(Fernández, 2015 pág. 125) asevera que “El Mantenimiento Planificado tiene como finalidad reducir la aparición de fallas y averías en la maquinaria, empleando un plan maestro de mantenimiento, aplicado a las áreas en donde se localizaron la problemática, analizando la cantidad de operaciones inadecuadas, dentro de cada proceso. Previniendo la aparición de desperdicios, asimismo busca instaurar una cultura conceptual y práctica

respecto a las actividades de mantenimiento, ya que la prioridad establece que los trabajadores se encuentren capacitados para llevar a cabo una actividad definida”

El mantenimiento planificado es sumamente importante al momento de efectuar un plan de mantenimiento, puesto que necesita de actividades periódicas a corto y largo plazo. Priorizando la aplicación de mejoras focalizadas utilizando las herramientas adecuadas.

1.3.3 Productividad

(Campos, 2015 pág. 120) afirma que “La productividad puede establecerse, como la asociación que existe entre la cuantificación de bienes y servicios brindados, por medio de la cantidad de recursos necesarios en la elaboración de productos preestablecidos; con la finalidad de determinar el nivel de productividad para efectuar y evaluar la disponibilidad de los recursos utilizados”

La productividad estará constituido por las dimensiones de eficiencia y eficacia. Para tal fin se necesita de instrumentos que sirvan como soporte para recopilar la información que corresponde al tipo de mantenimiento que se va a aplicar, como el Mantenimiento Autónomo; por medio de la plantilla en donde se podrá medir la productividad, es por ello que se ha tomado como referencia el tiempo para ejecutar las actividades operacionales de la maquina durante 24 horas, el cual será registrado por los parámetros de temperatura. Los problemas situados son determinados por la capacidad de moldeado, así que es de suma importancia llevar a cabo las mediciones de niveles de productividad.

(Morales, 2015 pág. 124) asevera que la productividad puede ser medida de manera básica, refiriéndose a unidades cuantitativas, además este indicador genera ganancias relevantes en relación a las mejoras dispuestas

Para tal fin, es necesario sudimensionar dicho indicador para lograr mejoras focalizadas y maximizar la vida útil de la maquinaria, así como también la reducción de mermas y desperdicios.

La importancia de la medición de éste indicador porque a través de ella se lograrán obtener resultados en relación a la capacidad de producción, puesto

que se encuentra inmersa y condicionada por los niveles de productividad. En la línea de procesamiento se logró localizar problemas, respecto a la generación de paradas innecesarias. Por lo que se hace necesario la aplicación e implementación de metodologías orientadas hacia la mejoramiento continuo y maximización del rendimiento de la maquinaria, para tal fin se necesita de parámetros con actividades de reajustes, lubricación, cambios de formatos, actividades de desopado, limpieza entre otros.

Retrasando de esta manera la capacidad efectiva que tienen los trabajadores, así como también la disponibilidad y rendimiento de la maquinaria, cabe mencionar que estos niveles de producción serán detallados por medio del informe de producción y productos terminados.

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problemática general

¿De qué manera la aplicación de Lean Manufacturing mejorará la productividad en el área de moldeo de puertas en la compañía Rodríguez S.A.C, Cercado de Lima 2019?

1.4.2 Problemática específica

¿De qué manera la aplicación de Lean Manufacturing mejorará la eficiencia en el área de moldeo de puertas de madera en la compañía Rodríguez S.A.C, Cercado de Lima 2019?

¿De qué manera la aplicación de Lean Manufacturing mejorará la eficacia en el área de moldeo de puertas en la compañía Rodríguez S.A.C, Cercado de Lima 2019?

1.5 Justificación del estudio

1.5.1 Justificación teórica

(Hernández, y otros, 2010 pág. 115) afirma que “la justificación teórica se manifiesta a través de la investigación sucesiva, la cual genera un pensamiento confrontativo en el intercambio de ideas, tanto académicas como a nivel de ingeniería, ya que se fundamenta en los conocimientos adquiridos. Con la finalidad de contrastar los efectos y causas providenciales acerca de la materia cuestionada”

En el siguiente trabajo de investigación se ha utilizado la aplicación de la metodología de Lean Manufacturing, como fundamento para poder mejorar los niveles de productividad en el área de moldeado, en la compañía Rodríguez S.A.C. Ya que ésta herramienta determina la presencia de factores que influyen en los indicadores de la productividad, participando en la generación de operaciones que no agregan valor en el proceso de producción, provocando fallas.

1.5.2 Justificación técnica

(Hernández, y otros, 2010 pág. 115) asevera que “La Justificación técnica de una problemática implica utilizar conceptos orientados desde la perspectiva teórica, tomando como referencia las pretensiones y objetivos de los estudio realizados, respecto a la solución planteada por los conocimientos científicos, con la finalidad de obtener resultados provechosos fundamentado en la teoría del conocimiento”

El proyecto de investigación está respaldado a través de la aplicación de la metodología de Lean Manufacturing, enfocado al área de moldeado, con el propósito de aumentar los niveles de productividad y reducir las actividades innecesarias, en la ejecución de la actividad descrita anteriormente, para poder concretar los requerimientos por parte de la organización, es por ello que se promueve la aplicación de éste trabajo académico, basándose en la utilización de instrumentos matemáticos, ya que se empleará, el formato de recolección de datos y diagrama de operaciones, propuestos por los estudiantes de ingeniería industrial, lo cual permitirá mejorar los índices de productividad en el proceso de fabricación.

1.5.3 Justificación metodológica

(Hernández, y otros, 2010 pág. 115) afirma que “La justificación metodológica está constituida por la planificación de nuevas metodologías que buscan generar conocimientos sólidos basados en fuentes verídicas, por lo cual la fase de investigación tiende a visualizar cada aspecto y requerimiento de cada proceso”

El presente proyecto de investigación tiene como finalidad, instaurar una nueva metodología, respaldándose en los fundamentos proporcionados por Lean Manufacturing, buscando mejorar los niveles de productividad en el área de moldeo reduciendo la cantidad de productos defectuosos.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

La aplicación de Lean Manufacturing mejorará la productividad en el área de moldeo de puertas de en la compañía Rodríguez S.A.C, Cercado de Lima 2019.

1.6.2 Hipótesis específica

La aplicación de Lean Manufacturing mejorará la eficiencia en el área de moldeo de puertas de en la compañía Rodríguez S.A.C, Cercado de Lima 2019.

La aplicación de Lean Manufacturing mejorará la eficacia en el área de moldeo de puertas en la compañía Rodríguez S.A.C, Cercado de Lima 2019

1.7 Objetivo

1.7.1 Objetivo general

Determinar en qué medida la aplicación de Lean Manufacturing mejorará la productividad en el área de moldeo de puertas en la compañía Rodríguez S.A.C, Cercado de Lima 2019.

1.7.2 Objetivo específico

Determinar en qué medida la aplicación de Lean Manufacturing mejorará la eficiencia en el área de moldeo de puertas en la compañía Rodríguez S.A.C, Cercado de Lima 2019.

Determinar en qué medida la aplicación de Lean Manufacturing mejorará la eficacia en el área de moldeo de puertas de madera en la compañía Rodríguez S.A.C, Cercado de Lima 2019.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1 Tipo y diseño de investigación

2.1.1 Diseño de investigación

(Hernández, y otros, 2010 pág. 115) indica que “Las investigaciones pre-experimentales están constituidas en un sola agrupación, con la finalidad de tener una fase de control anticipada, en donde se emplean estudios altamente exhaustivos, para obtener resultados en cuanto la resolución de la problemática”

El trabajo de investigación propuesto está considerado como una investigación de diseño pre-experimental, ya que se utiliza información sumamente relevante respecto al pre y post test, de acuerdo al desarrollo y resultados obtenidos durante la fase de investigación, asimismo hay que recalcar que la variable independiente será sometida a un periodo de confrontación para obtener consecuencias en la variable dependiente denominada productividad.

2.1.2 Tipo de investigación Aplicada

(Hernández, y otros, 2010 pág. 115) afirma que “La investigación es aplicada, cuando es utilizada para transformar y modificar los cambios que ayudarán a solucionar problemas, ya que se fundamenta a través de los conocimientos de otros autores, haciendo uso de investigaciones anteriores”

Tal es así, que la investigación planteada tiene un objetivo orientado hacia la solución de la problemática fundamental y específica, respaldándose en la metodología de Lean Manufacturing, consiguiendo resultados provechosos en los niveles de productividad dentro del área de moldeo de puertas de madera en la compañía Rodríguez S.A.C.

Explicativa

(Hernández, y otros, 2010 pág. 115) afirma que “La investigación explicativa tiene como objetivo, plantear los hechos que manifiestan las relaciones de las causas y efectos, ya que determinan las causas fundamentales de cada investigación, contribuyendo con la realización de una prueba de hipótesis con la finalidad de encontrar resultados que propicien la formulación de soluciones arbitrarias, fundamentadas en metodologías de estudio”

El trabajo de investigación es explicativo porque busca reducir la cantidad de paradas dentro de la línea de producción, por medio de la metodología de Lean Manufacturing, mejorando los niveles de productividad dentro de la compañía Rodríguez S.A.C, Cercado de Lima, 2019.

Cuantitativo

(Hernández, y otros, 2010 pág. 115) afirma que “Los estudios cuantitativos son de forma simultánea, es decir, que se inicia mediante la planificación de una idea principal, que va incorporando objetivos establecidos por medio de la investigación. De tal manera que se cree un sentido de visualización teórica. A partir de este proceso, se proseguirá con la delimitación y formulación de las hipótesis, las cuales estarán determinadas por una muestra; utilizando los instrumentos de recolección de datos, promoviendo el análisis estadístico”

El proyecto de investigación es cuantitativo porque la información que se utiliza fue tomada durante un tiempo determinado, para poder analizar los niveles de productividad, al momento de aplicar la herramienta de Lean Manufacturing y de esta manera cuantificarlo, a través de la ficha de recolección de datos.

Longitudinal

(Hernández, y otros, 2010 pág. 115) considera que “La investigación es longitudinal cuando el investigador analiza los cambios que sufre las variables al momento de relacionarlas, las cuales fueron identificadas por medio de períodos de tiempo definidos, para poder realizar inferencias relacionadas al cambio que supone la implementación y establecer las consecuencias que lo convergen”

El proyecto de investigación es longitudinal porque se analizará la etapa pre y post aplicación de la metodología Lean Manufacturing con el objetivo de mejorar los niveles de productividad dentro del área de moldeado en la compañía Rodríguez S.A, Cercado de Lima, 2019.

2.2 Operacionalización de variables

2.2.1 Lean Manufacturing

Hernández y Vizán 2015 afirma que “La metodología Lean Manufacturing surge a través de la necesidad de todas las organizaciones, respecto a la reducción de costos y la eliminación de los desperdicios. Por lo cual, es una de las herramientas básicas al momento de adjudicar valor a un producto determinado” (pág. 178)

La definición que brindada manifiesta la importancia dentro de la conceptualización de Lean Manufacturing, como principio fundamental en un ciclo de producción continuo, además de la vida útil de las maquinarias desarrollando indicadores que sustenten la aplicación de esta metodología como factor elemental para los trabajadores.

2.2.2 Mantenimiento Productivo Total

(Cuatrecasas, 2010 pág. 414) asevera que “La filosofía de Mantenimiento Productivo Total se encuentra establecido por diversas estrategias, orientadas hacia mejorar el flujo continuo de la producción, por medio de un enfoque respecto a la administración gerencial relacionados con los tipos de mantenimiento, ya existentes, tales como mantenimiento preventivo, autónomo, entre otros”

Éste modelo fue instaurado por primera vez en Japón, trayendo consigo resultados de mucha importancia, ya que el objetivo principal de esta metodología es reducir la cantidad de pérdidas relacionadas hacia las paradas constantes, que se encuentran dentro de un ciclo de producción continuo.

Confiabilidad

(Cuatrecasas, 2010 pág. 414) afirma que “La confiabilidad es la probabilidad que tiene una máquina, al momento de llevar a cabo una operación, determinado por las condiciones de trabajo”

$$\text{Índice de Confiabilidad} = \frac{TEF}{TTO+TTR} * 100\%$$

Hay destacar, que la formula descrita está constituida por el tiempo de fallas dentro del sistema de la maquinaria, promediándolo en la fase de reparación.

TEF= Tiempo entre fallas

TTO= Tiempo operacional/Cantidad de fallos

MTTR=Tiempo de recomposición / Cantidad de fallos

Disponibilidad

(Cuatrecasas, 2010 pág. 414) afirma que “La confiabilidad es el nivel de mantenimiento aplicado a una maquinaria, obteniendo resultados óptimos en un tiempo determinado” en donde se establece la siguiente fórmula:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Cantidad total horas} - \text{tiempo de parada}}{\text{Cantidad total horas}} * 100\%$$

2.2.2 Productividad

(Rojas, 2018 pág. 154) afirma que “La productividad puede establecerse, como la asociación que existe entre la cuantificación de bienes y servicios brindados, por medio de la cantidad de recursos necesarios en la elaboración de productos preestablecidos; con la finalidad de determinar el nivel de productividad para efectuar y evaluar la disponibilidad de los recursos utilizado”

La productividad está relacionada con los niveles de producción e insumos utilizados, es decir que éste indicador es de suma importancia para poder localizar la totalidad de productos producidos, tomando en consideración las diferencias existentes entre cada producto terminado, determinando sus valores económicos

Eficiencia

(Rojas, 2018 pág. 154) afirma que “La eficiencia es un indicador que permite precisar la constitución de objetivos necesarios, para generar la búsqueda de mejoras, en cuanto a la calidad de su propósito, estableciéndolo en un tiempo determinado que espera obtener resultados efectivos”

$$\text{Eficiencia} = (\text{Máquina empleada} \setminus \text{Máquina empleada proyectada}) * 100\%$$

Eficacia

(Rojas, 2018 pág. 154) “La eficiencia es un indicador que permite precisar la constitución de objetivos necesarios, para generar la búsqueda de mejoras, en cuanto a la calidad de su propósito, estableciéndolo en un tiempo determinado que espera obtener resultados efectivos”

$$\text{Eficacia} = (\text{Cantidad producida} \backslash \text{Cantidad producida proyectada}) * 100\%$$

Tabla 10. Matriz de operacionalización

Variable dependiente	Definición conceptual	Métodos de aplicación			
Lean Manufacturing	Hernández y Vizán (2015) indica que " Es un grupo de técnicas de la ingeniería asociado al diagnóstico y profundización de mejoras aplicables al sector de calidad y mantemiento empleando las herramientas de 5s, Mantenimiento Productivo Total, SMED, entre otros, con la finalidad de mejorar el flujo productivo mediante la estandarización de actividades, mejorando las condiciones de trabajo"	Considerando lo que menciona Hernández y Vizán, Lean manufacturing es aplicable mediante los siguientes pasos:			
		Paso 1: Seleccionar la herramienta adecuada	Confiabilidad	$\frac{TEF}{TTO + TTR}$	Razón
		Paso2: Planificar actividades correctivas		TEF: Tiempo entre fallas, TTO: Tiempo operacional, TTR: Tiempo total de reparación	
		Paso 3: Emplear instrumentos metodologicos			
		Paso 4: Establecer mejoras	Disponibilidad	$\frac{Total\ de\ horas - Tiempo\ de\ parada}{Total\ de\ horas}$	Razón
		Paso 5: Efectuar la evaluación de resultados		Tiempo de parada: Horas improductivas	
		Paso 6: Emplear un control detallado			
Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala
Productividad	Rojas(2018,pág 154)afirma que "La productividad puede establecerse como la asociación existente entre la cuantifiación de bienes y la cantidad de recursos necesarios	Morales(2015,pág124) asevera que "La productividad está comprendida por los indicadores de eficiencia y eficacia, empleando recursos necesarios aplicados al margen de utilización de máquina"	Eficiencia	$\frac{Máquina\ empleada}{Máquina\ empleada\ proyectada}) * 100\%$	Razón
			Eficacia	$\frac{Cantidad\ producida}{Cantidad\ producida\ proyectada}) * 100\%$	Razón

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

(Hernández, y otros, 2010 pág. 115) menciona que “La población se encuentra determinada por un conjunto de elementos con rasgos comunes, ya que en algunos trabajos de investigación predominan la suficiencia en cuanto a sus características principales de la población, hay que mencionar que es de suma importancia definir los requerimientos respecto a la determinación de los parámetros de la muestra”

La población de este proyecto de investigación está conformado por las operaciones de la maquinaria de moldeado en el área de producción específicamente en la máquina Rawter 30 en donde se tomará en cuenta la data operacional y la cantidad producida, a lo largo de 30 días.

N=30 días

2.3.2 Muestra

(Hernández, y otros, 2010 pág. 115)) define que “La muestra como un subconjunto de una población, además utiliza una tecnica de muestreo en donde se toma en cuenta la cuantificación de las unidades empleadas, ya que por medio de ellas se manifiesta infinidad de procedimientos, destinados a visualizar las características más esenciales dentro una población determinada”

La muestra del proyecto de investigación está determinado por las operaciones de la máquina Rawter en un período de 30 días.

N=30 días

2.4. Técnicas de recolección de datos, validez y confiabilidad

(Hernández, y otros, 2010 pág. 115) afirma que “ Para poder analizar la situación actual de una problemática, es necesario considerar la fase de recolección de datos, debido a que permite proporcionar información relevante respecto a la propuesta de mejora planificada con un fin determinado” A partir del estudio realizado se consideraron las siguientes técnicas de recolección:

- Observación directa
- Recolección de datos

2.4.1 Instrumento

Ficha de recolección de datos

(Hernández, y otros, 2010 pág. 115) afirma que “Se trata de un registro progresivo de manera cuantitativa, para poder verificar el proceso en desarrollo, y el tiempo determinado por cada actividad, logrando adjudicar proceso totalmente eficaz”

Para lograr obtener la información que se requiere para la elaboración de este proyecto de investigación se empleará la técnica de análisis por medio de los siguientes instrumentos.

- Informe de producción de producto terminado
- Plantilla para realizar la medición de la productividad (Ver Anexo 3 y 4)

2.4.2 Validez

(Hernández, y otros, 2010 pág. 115) afirma que “La validez es el contenido que hace referencia al tipo de instrumento que se utilizará en la investigación, por medio de la materia que se someterá a actividades de cuantificación y medición, asimismo esta se puede medir a través, de documentación, en donde se han colocado el historial que corresponde”

La validación de datos está constituida por la ficha de recolección de datos, la cual debe ser aprobada a través del juicio de expertos, dispuesto por docentes calificados de la Facultad de Ingeniería Industrial en la Universidad Cesar Vallejo

2.4.3 Confiabilidad

(Hernández, y otros, 2010 pág. 115) asevera que “La confiabilidad del instrumento sirve para poder cuantificar el nivel de grado relacionado a la aplicación de una metodología específica, para poder obtener resultados óptimos, de manera que estén representados por fuente confiables”

Hay mencionar que la confiabilidad del instrumento se encuentra determinado por la ficha de recolección de datos, ya que fue utilizado en la etapa de recolección de máquinas que cuentan con actividad de mantenimiento, durante la etapa de investigación, además se sustenta en los datos proporcionados por la compañía, con la finalidad de mejorar los procesos en la línea de procesamiento.(Ver Anexo 5 y 6).

2.5 Método de análisis de datos

(Hernández, y otros, 2010 pág. 115) afirma que “La fase de análisis de datos se encuentra descrita por la consecución de operaciones, los cuales serán sometidos a una análisis estadístico, con la finalidad de obtener resultados óptimos”

El análisis de datos será realizado a través del Software IBM Spss Statistic 25, en donde los datos serán gestionados y analizados, para una posterior prueba de hipótesis.

2.5.1 Análisis descriptivo

“El análisis descriptivo es utilizado para realizar una deducción de la circunstancia en un bien determinado, con la finalidad de describir la unidad de estudio, por medio de técnicas aplicadas; las cuales fueron sugeridas para analizar la información de manera objetiva”

Hay que mencionar que el análisis descriptivo se fundamenta en los cálculos ejecutados por parte de la data a través del investigador, junto con el permiso correspondiente de la compañía, para cerciorarse sobre la confiabilidad de la información,

El análisis descriptivo se encuentra constituido por las actividades correctivas de mantenimiento empleado en el área de moldeado con la finalidad de aumentar los niveles de productividad en la maquinaria.

2.5.2 Análisis inferencial

(Hernández, y otros, 2010 pág. 115) afirma que “El análisis inferencial está constituido por representaciones gráficas que determinan la obtención de resultados a través de una muestra determinada, por medio de procedimientos inductivos”

2.6 Aspectos éticos

Los datos recopilados en la ficha de recolección de datos serán utilizados para certificar la autenticidad del desarrollo del proyecto de investigación, ya que se precisa obtener información de la situación actual antes y después de la mejora determinada.

2.7 Desarrollo de la propuesta

2.7.1 Situación actual

Rodríguez S.A.C es una compañía dedicada al rubro del sector maderero, orientado hacia la fabricación de productos como, puertas y soporte en drywall, Cabe mencionar que se encuentra ubicado en el distrito del Cercado de Lima, en donde cuenta con una planta de fabricación y distribución de productos terminados, para lo cual surgió una problemática respecto a los niveles de productividad, puesto que no se llegaba a los niveles establecidos por la organización, por lo tanto se hizo necesario establecer estudios de todas las operaciones, relacionados a las actividades que no generan valor dentro del proceso.

Figura 7. Localización de la compañía Rodríguez S.A.C



Fuente: Elaboración propia

Visión

Desarrollar un enfoque competitivo para instaurarse en el mercado nacional, priorizando los más altos estándares de calidad dispuestos por la organización, empleando la diversificación de nuevos productos, apoyándose en la versatilidad de cada trabajador. Teniendo como fundamento la responsabilidad y honestidad para lograr fines corporativos

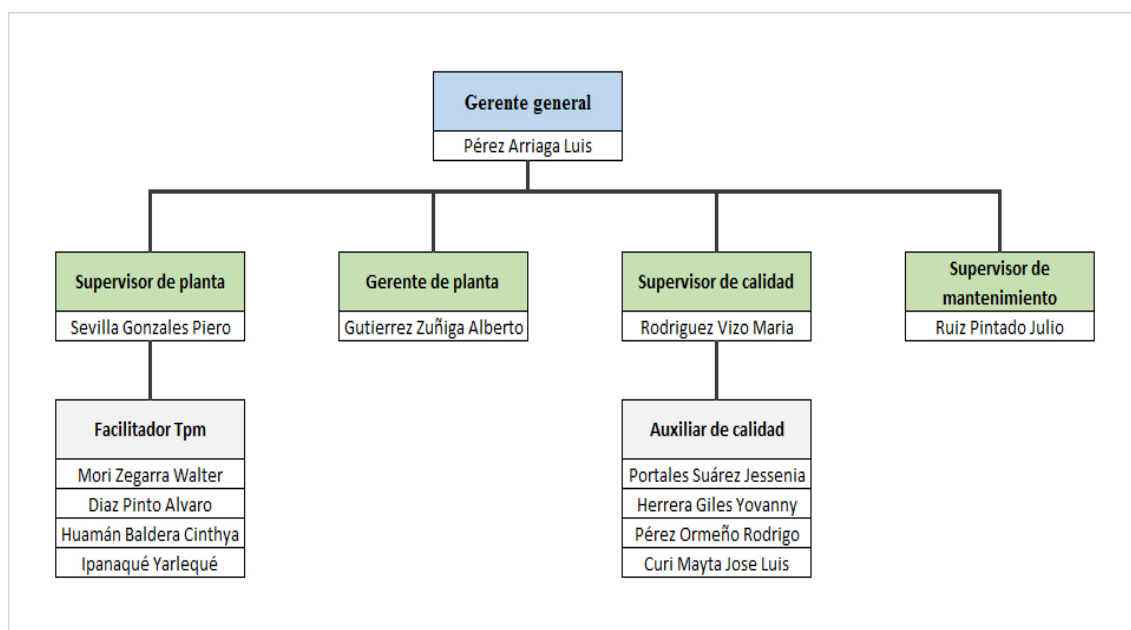
Misión

Fabricar y comercializar productos con altos niveles de calidad orientados hacia el rubro a nivel industrial y manufacturero, enfocándose como una compañía con alto grado de compromiso con sus clientes.

Organigrama

La Figura 8 representa el organigrama de la compañía Rodríguez S.A.C, el cual está constituido por los miembros que hacen posible el desarrollo de las actividades que concierne a la fabricación de productos definidos. Entre las que destaca la participación de los facilitadores de Mantenimiento Productivo Total, los cuales cumplen la función de monitorear y planificar operaciones correctivas, hacia la instauración de auditorías internas, con la finalidad de indentificar el cumplimiento de los estándares de calidad propuestos por el departamento de control de calidad. Hay que destacar que se busca implementar metodologías aplicadas dirigidas al mejoramiento de los procedimientos de trabajo, para obtener mejores resultados en cuanto a la mejora focalizada

Figura 8. Organigrama de la compañía Rodríguez S.A.C



Fuente: Elaboración propia

2.7.1.1 Descripción de la línea de producción

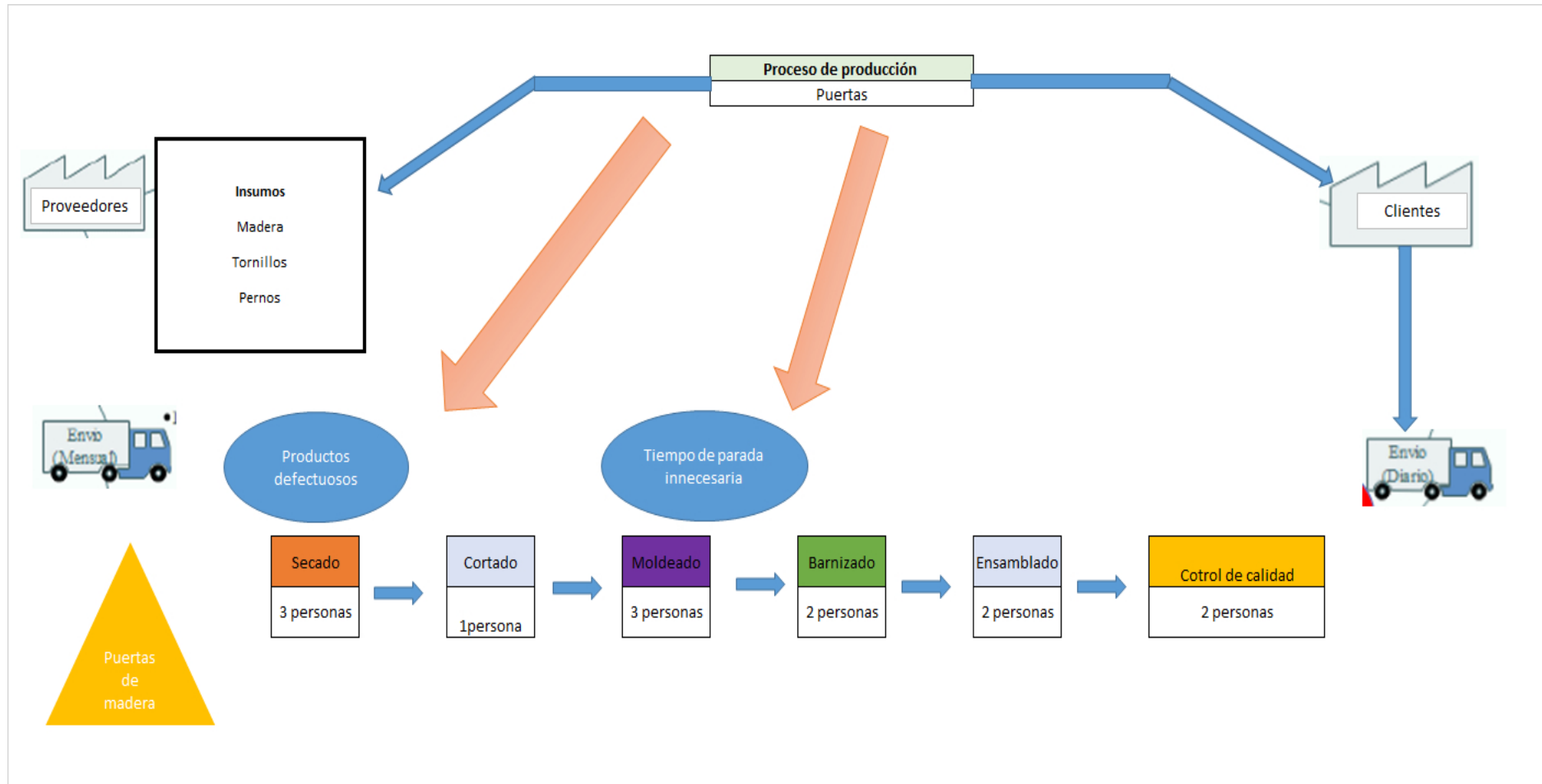
Para poder analizar la situación actual de la problemática es necesario identificar las causas que generan la aparición de paradas dentro de la línea de producción en el área de moldeado, la problemática surge por medio del desgaste y mala utilización de procedimientos de trabajo respecto al mantenimiento que se tiene que emplear. Ya que se localizaron diversa cantidad de paradas innecesarias, ocasionando una disminución de productos producidos en la jornada laboral, proporcionando niveles de tiempo improductivo reduciendo la cantidad de productos terminado planificados por parte del departamento de producción.

El área de moldeado tiene como finalidad moldear los vértices de la base principal que compone la puerta, así como también se encarga de la cara inferior y superior, para garantizar la uniformidad del diseño estipulado por la ficha de producción, sin embargo hay que recalcar que se localizaron fallas dentro de la operación, causados por el desgaste de las cortadoras. La problemática fundamental será contrarrestada y disminuida por medio de la aplicación de la metodología de Lean Manufacturing utilizando la herramienta de Mantenimiento Productivo Total, apoyándose a través de actividades correctivas de Mantenimiento Autónomo.

Actualmente en la planta de fabricación Cercado de Lima se han localizado diversos tipos de causas que generan la aparición de paradas innecesarias que se manifiestan al momento de llevar a cabo la actividad de producción, afectando directamente la continuidad del flujo productivo. La problemática identificada corresponde al detalle lo siguiente:

- **Presencia de paradas innecesarias dentro de la línea de procesamiento:** detenciones de las maquinarias, provocando niveles bajos en cuanto a los niveles de productividad.
- **Fallos en la calidad del producto:** este problema se manifiesta por la ausencia de un programa de mantenimiento, en cuanto a la regulación del calibrador y cortadora, es por ello que los productos terminados eran separados, al momento del traslado hacia el área de almacén, para no interferir con la continuidad del flujo de producción.

Figura 9. Proceso de fabricación



Fuente: Elaboración propia

Fase de secado

La etapa de secado es fundamental en el proceso, ya que se busca reducir la presencia de humedad dentro de la madera, hay que recalcar que los niveles de temperatura varían de acuerdo al tipo y modelo a fabricar; percatándose de la disminución de un 25% en niveles de humedad, con la finalidad de garantizar los parámetros establecidos por el departamento de calidad

Fase de moldeado

La fase de preparación se encuentra constituida por la delimitación y moldeado de las partes más pequeñas, que van adheridas al cuerpo principal, dejando un margen definido como separación entre piezas. A partir de ésta operación se proseguirá con el emparejamiento de cada cara, obteniendo uniformidad y paralelismo. Para llevar a cabo las actividades descritas se utilizaron la máquina de cepillado.

Fase de maquinado

Al momento de tener todas las piezas detalladas y culminadas se continuará con el moldeado de cada pieza para garantizar las especificaciones que demanda el departamento de calidad

Fase Pre-ensamblado

Las pieza principal y secundaria serán juntadas para lograr una consistencia única, ya que depende del modelo del producto, además es imprescindible tener consideración por la materia prima, ya que se busca reducir al máximo la cantidad de productos defectuosos dentro de la línea de procesamiento.

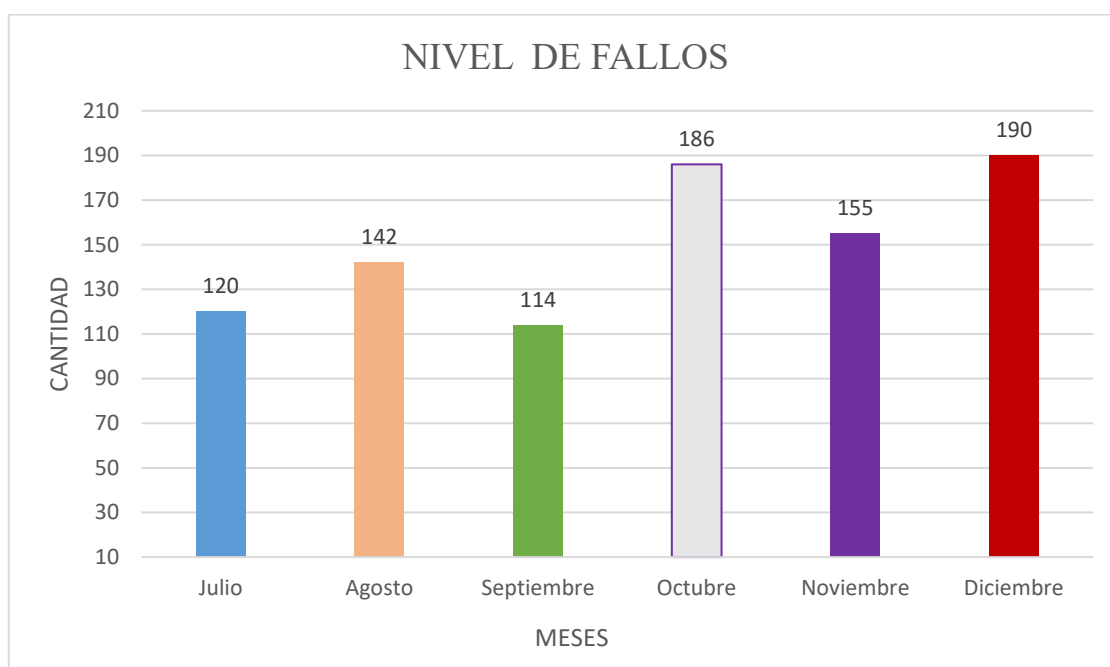
Fase de unificado

La fase de unificado consiste en el ensamblaje de todas las piezas, con una operación previa de control de calidad, respecto a las medidas y niveles de humedad en el producto terminado, con la finalidad de reducir la presencia de fallas dentro del proceso.

2.7.1.2 Descripción de la problemática

La Compañía Rodríguez S.A.C tiene diversos problemas en el flujo de producción, los cuales dificultan la continuidad y rendimiento de la maquinaria, de tal forma que fueron representados por medio del diagrama de Ishikawa, con la finalidad de localizar y promover una propuesta de solución, fundamentada en la metodología de Lean Manufacturing. Por lo tanto es imprescindible describir las causas principales que generan los niveles bajos de productividad para ser cuantificados y exterminados de forma científica apoyándose en herramientas de la ingeniería. Tal y como se precisa en la Figura 10.

Figura 10. Situación actual de las fallas pre-test



Fuente: Elaboración propia

En el Figura 10 se puede visualizar un crecimiento súbito respecto a la cantidad de fallos durante el período de julio hasta diciembre, en donde se destaca la relevancia de la toma de estos datos para efectuar y considerar el análisis de la variable independiente Lean manufacturing, la cual está constituida por el tiempo de fallas y tiempo total de operatividad de la maquinaria, respecto a la confiabilidad. Sin embargo hay que considerar que los niveles de fallo son muy altos, por lo tanto es necesario llevar a cabo la aplicación de la propuesta de solución planteada por parte del proyecto de investigación.

Hay que mencionar, que los niveles de producción han disminuido considerablemente, así que es imprescindible analizar los niveles de producción durante la jornada laboral, ya que se han reducido por la existencia de paradas innecesarias dentro del área de producción, generando dificultades al momento de producir un bien, por lo tanto se proyectará la elaboración de la matriz de los niveles de productividad y cantidad producida, teniendo en consideración los siguientes factores:

- **Tiempo total entre fallos:** Es el tiempo que emplea la maquinaria al momento de acontecer una parada no planificada dentro de la línea de producción
- **Tiempo total de recuperación:** Tiempo total que toma a la maquinaria en modo recuperación, es decir tiempo de reparación continuo.


Los indicadores descritos son fundamentales para calcular los niveles de confiabilidad en la maquinaria, ya que se busca mejorar los niveles de productividad respecto a la cantidad producida en una jornada laboral sin interrupciones. Tal y como se muestra en la Figura 11.

Figura 11. Tiempo de reparación pre-test



Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Recolección de datos de indicadores

 Rodríguez S.A.C.				Ficha de recolección de datos									
Fecha	T.OP	T.R	Cant.fallas	Horas.Maq. .plani	T.T.E	T.T.R	Confiabilidad (TTE/(TTE+TTR))*100%	Disponibilidad (TO/HMP)*100%	Producción planificada	Cantidad producida	Eficiencia (MU/HMP)*100%	Eficacia (CTP/CTPP)*100%	Productividad (Eficiencia*efcacia)
01/10/2018	18	7.5	2	36	24	6.5	78.7%	50.0%	20	20	50%	100.0%	50.00%
02/10/2018	24	9	6	36	6	3	66.7%	66.7%	20	16	67%	80.0%	53.33%
03/10/2018	20	11	4	36	11	7	61.1%	55.6%	20	18	56%	90.0%	50.00%
04/10/2018	24	7	5	36	9	2	81.8%	66.7%	20	14	67%	70.0%	46.67%
05/10/2018	24	6	4	36	12	2	85.7%	66.7%	20	18	67%	90.0%	60.00%
06/10/2018	28	5	3	36	14	2	87.5%	77.8%	20	16	78%	80.0%	62.22%
07/10/2018	20	2	1	36	14	1	93.3%	55.6%	20	19	56%	95.0%	52.78%
08/10/2018	21	6.5	5	36	11	1.5	88.0%	58.3%	20	14	58%	70.0%	40.83%
09/10/2018	26	8	4	36	9	4	69.2%	72.2%	20	14	72%	70.0%	50.56%
10/10/2018	30	9	4	36	11	5	68.8%	83.3%	20	15	83%	75.0%	62.50%
11/10/2018	20	9	5	36	3	4	42.9%	55.6%	20	14	56%	70.0%	38.89%
12/10/2018	25	3	0	36	17	3	85.0%	69.4%	20	15	69%	75.0%	52.08%
13/10/2018	20	7	7	36	10	8	55.6%	55.6%	20	17	56%	85.0%	47.22%
14/10/2018	25	10	7	36	10	3	76.9%	69.4%	20	14	69%	70.0%	48.61%
15/10/2018	23	5	5	36	10	10	50.0%	63.9%	20	15	64%	75.0%	47.92%
16/10/2018	20	6.4	4	36	11	2.4	82.1%	55.6%	20	14	56%	70.0%	38.89%
17/10/2018	23	7	6	36	6	2	75.0%	63.9%	20	17	64%	85.0%	54.31%
18/10/2018	24	7	6	36	10	4	71.4%	66.7%	20	17	67%	85.0%	56.67%
19/10/2018	26	11	5	36	9	6	60.0%	72.2%	20	18	72%	90.0%	65.00%
20/10/2018	28	7.5	7	36	6	5	54.5%	77.8%	20	18	78%	90.0%	70.00%
21/10/2018	25	4	2	36	10	2	83.3%	69.4%	20	14	69%	70.0%	48.61%
22/10/2018	18	12	8	36	5	4	55.6%	50.0%	20	18	50%	90.0%	45.00%
23/10/2018	22	8.5	5	36	5	3.5	58.8%	61.1%	20	19	61%	95.0%	58.06%
24/10/2018	20	10	9	36	3	1	75.0%	55.6%	20	19	56%	95.0%	52.78%
25/10/2018	24	5	5	36	9	2	81.8%	66.7%	20	14	67%	70.0%	46.67%
26/10/2018	25	8	7	36	3	1	75.0%	69.4%	20	10	69%	50.0%	34.72%
27/10/2018	20	7	6	36	9	4	69.2%	55.6%	20	15	56%	75.0%	41.67%
28/10/2018	24	6.5	5	36	7	1.5	82.4%	66.7%	20	15	67%	75.0%	50.00%
29/10/2018	22	7	7	36	6	3	66.7%	61.1%	20	15	61%	75.0%	45.83%
30/10/2018	24	11	11	36	8	2	80.0%	66.7%	20	14	67%	70.0%	46.67%

LEYENDA	
T.OP	Tiempo operacional
T.R	Tiempo recuperación
H.M.P	Horas de Maquinaria planificada
T.T.E	Tiempo total entre fallas
T.T.R	Tiempo total de recuperación

Fuente: Elaboración propi

2.7.1.3 Situación actual de los indicadores

A partir la data proporcionada por la ficha de recolección de datos se puede extraer los niveles de eficiencia, eficacia y productividad, ya que son los indicadores que van a ser analizados y mejorados por parte de la metodología Lean manufacturing, es por ello que se detallará los niveles de cada factor en la Figura 13

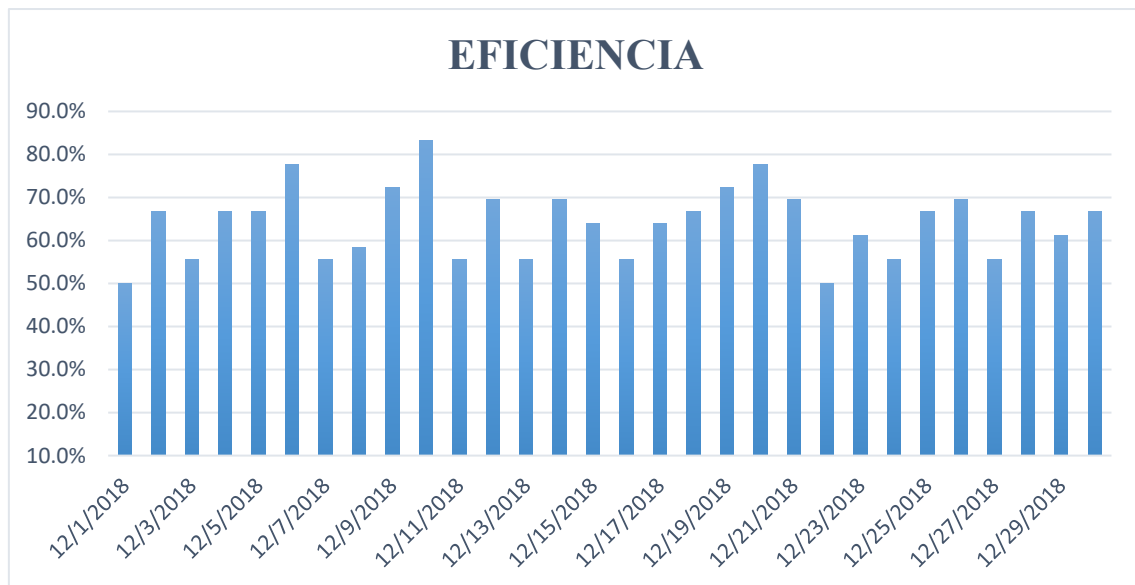
Figura 13. Análisis de indicadores pre-test

Fecha	Eficiencia	Eficacia	Productividad
01/12/2018	50.0%	100.0%	50.0%
02/12/2018	66.7%	80.0%	53.3%
03/12/2018	55.6%	90.0%	50.0%
04/12/2018	66.7%	70.0%	46.7%
05/12/2018	66.7%	90.0%	60.0%
06/12/2018	77.8%	80.0%	62.2%
07/12/2018	55.6%	95.0%	52.8%
08/12/2018	58.3%	70.0%	40.8%
09/12/2018	72.2%	70.0%	50.6%
10/12/2018	83.3%	75.0%	62.5%
11/12/2018	55.6%	70.0%	38.9%
12/12/2018	69.4%	75.0%	52.1%
13/12/2018	55.6%	85.0%	47.2%
14/12/2018	69.4%	70.0%	48.6%
15/12/2018	63.9%	75.0%	47.9%
16/12/2018	55.6%	70.0%	38.9%
17/12/2018	63.9%	85.0%	54.3%
18/12/2018	66.7%	85.0%	56.7%
19/12/2018	72.2%	90.0%	65.0%
20/12/2018	77.8%	90.0%	70.0%
21/12/2018	69.4%	70.0%	48.6%
22/12/2018	50.0%	90.0%	45.0%
23/12/2018	61.1%	95.0%	58.1%
24/12/2018	55.6%	95.0%	52.8%
25/12/2018	66.7%	70.0%	46.7%
26/12/2018	69.4%	50.0%	34.7%
27/12/2018	55.6%	75.0%	41.7%
28/12/2018	66.7%	75.0%	50.0%
29/12/2018	61.1%	75.0%	45.8%
30/12/2018	66.7%	70.0%	46.7%

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 13 se puede verificar un decrecimiento sustancial de los indicadores de eficacia y eficiencia, esto se debe a la presencia de las paradas continuas por parte de la maquinaria en un periodo de 30 días, las cuales no fueron planificadas ni contrarrestados por parte de las actividades correctivas que corresponden, así que se propuso analizarlos a través de la ficha de recolección de datos. Tal y como se muestra en el siguiente Figura 14.

Figura 14. Niveles de eficiencia pre-test

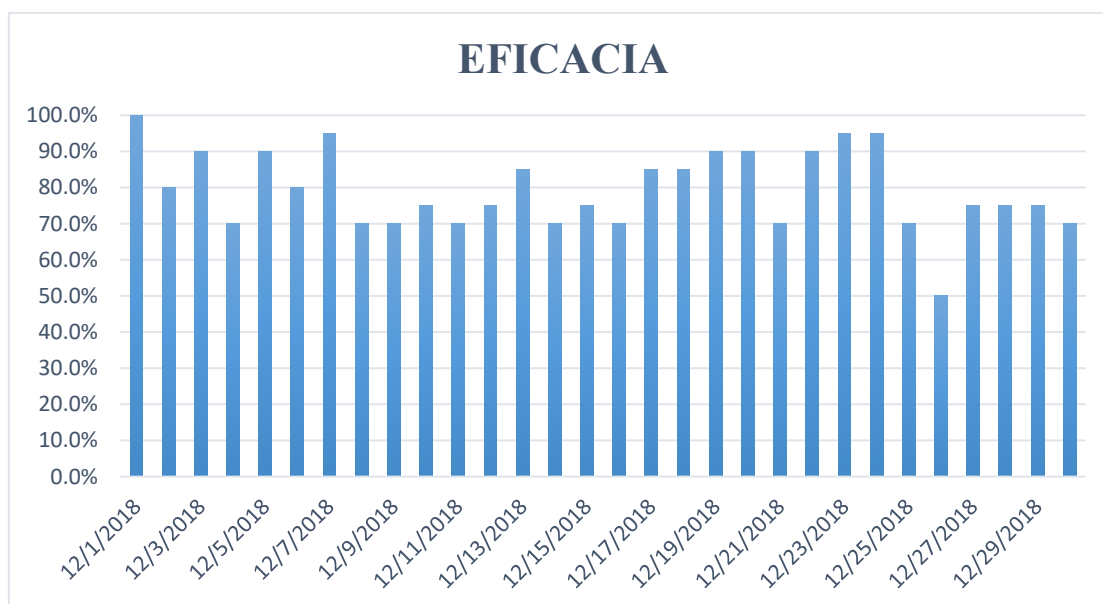


Fuente: Elaboración propia

En la Figura 14 se puede demostrar que los niveles de eficiencia son sumamente bajos ya que los niveles porcentuales abarcan el 50% hasta 77.8%, por lo tanto es factible aplicar la metodología de Lean Manufacturing con la finalidad de incrementar los niveles de cada indicador, tomando como referencia los niveles de producto terminado, ya que la premisa fundamental de la organización es producir mayor cantidad de bienes y satisfacer los requerimiento de calidad adecuados.

Hay que recalcar que es imprescindible detallar los niveles de eficacia, puesto que forma parte esencial en la productividad, detallando el nivel de eficacia en el área de moldeo provocando niveles bajos de productividad. Por ello se llevará a cabo el análisis del factor eficacia, tal y como se muestra en la Figura 15.

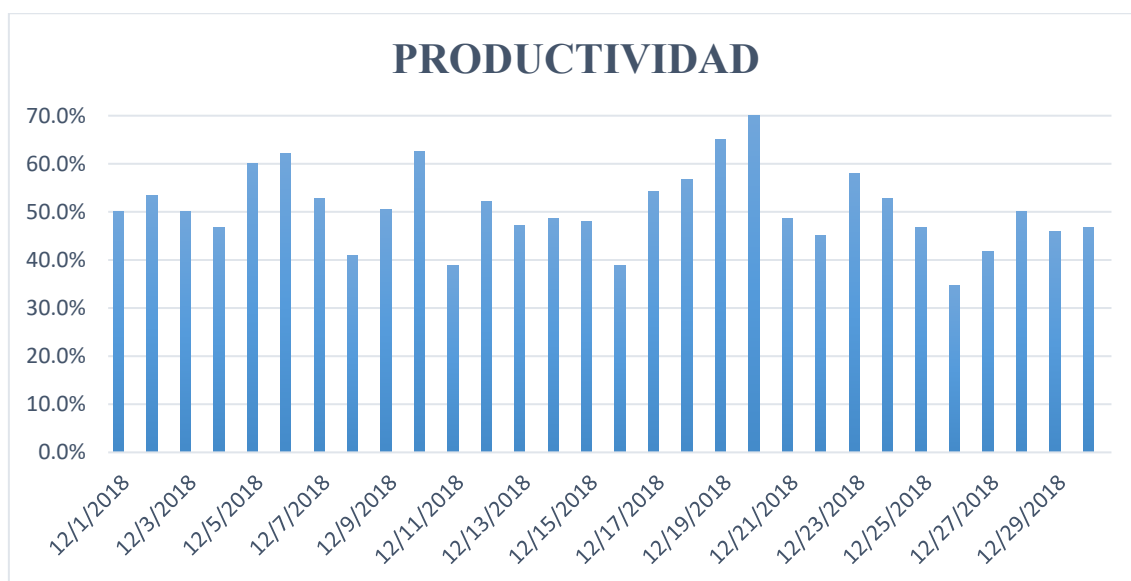
Figura 15. Niveles de eficacia pre-test



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 15 se puede visualizar que los índices de eficacia en el área de producción son decrecientes durante el período de 30 días, promediando un total de 79.3%, por lo cual se busca mejorar los niveles productivos utilizando la herramienta de Mantenimiento Productivo Total, tales como actividades correctivas que sirvan como fundamento para realizar mejoras en los procedimientos de trabajo.

Figura 16. Niveles de productividad pre-test



Fuente: Elaboración propia

2.7.1.4 Descripción actual de la maquinaria

La descripción general de las máquinas empleadas en el proceso de fabricación de puertas de madera se encuentra constituido en la Tabla 11, mencionando a cada máquina según la operación requerida, en donde se localizaron diversos tipos de fallas y paradas sin fundamento, lo cual está propiciando los niveles bajos en la productividad a nivel de cantidad producida.

Tabla 11. Descripción de la maquinaria en el proceso de fabricación de puertas

Descripción de la maquinaria	
Operación	Máquina
Secado	Kneader
Cortado	Cortex
Moldeado	Rawter
Maquinado	Autoryder
Barnizado	Soliech

Fuente: Elaboración

propia

Operación 1: Secado

La fase de secado tiene como finalidad reducir la presencia de niveles altos de humedad en la plancha de madera en un 25 %, en donde se emplea la máquina Kneader versión americana, la cual está constituida por sistemas dieléctricos automatizados, con guardas de seguridad, empleando polines como soporte de deslizamiento en la faja transportadora, al momento de llevar a cabo el proceso de secado y uniformidad de la plancha de madera.

Hay que recalcar que tiene una capacidad de secado en 45 minutos, proporcionando así la consecución de varios componentes durante la etapa de secado, obteniendo aproximadamente un total de 12 planchas por turno durante la jornada laboral. A partir de la cantidad producida se promueve la ejecución de actividades correctivas en cuanto al mejoramiento de los procedimientos de trabajo y un plan de mantenimiento, esto debido a las causas descritas en los formatos de identificación de fallas más frecuentes en la línea de producción, establecidas en el Anexo 19, 20 y 21.

Figura 17. Máquina de secado Kneader 30 V. Americana



Fuente: Rodriguez S.A.C

Operación 2: cortado

La fase de cortado se lleva a cabo cuando se manifiesta las especificaciones del modelo de cada puerta, en donde se precisa la aparición de curvaturas en la, parte superior e inferior de la base principal, así que dependerá del tipo de orden de producción. En esta fase se utiliza la máquina Cortex 32 Versión Americana, la cual precisa los cortes que son estipulados en la ficha técnica de producción, empleando un disco con dientes de 4 mm, funcionando a través de una fuente de alimentación muy densa.

Al momento de llevar a cabo la fase de corte se extienden las superficies en la parte superior de la base de la máquina, posibilitando la delimitación de las áreas que se desean cortar. Asimismo, presenta un sistema automatizado de corte el cual está siendo monitoreado a través de un Controlador Lógico Programable, constituido por un accionador de encendido y apagado, además de la parada de emergencia. Hay que recalcar que es imprescindible proponer la colocación de guardas de seguridad puesto que son instrumentos que evitan el retraso del mantenimiento y reducen la aparición de fallas en la maquinaria.

Figura 18. Máquina de corte Cortex 31



Fuente: Rodriguez S.A.C

Operación 3: Moldeado

La fase de moldeado se encuentra constituida por la delimitación y moldeado de las partes más pequeñas, que van adheridas al cuerpo principal, dejando un margen definido como separación entre piezas. A partir de ésta operación se proseguirá con el emparejamiento de cada cara, obteniendo uniformidad y paralelismo. Para llevar a cabo las actividades descritas se utilizaron la máquina de cepillado.

En esta etapa se utiliza la máquina Rawter, la cual tiene una capacidad de 5 paneles de 210cm x 60 cm x 4 cm espesor, colocados en la faja de manera simultánea para lograr la uniformidad en el área de moldeado, hay que destacar que este proceso es un fundamental a nivel estético, puesto que garantiza la viabilidad adquisitiva del producto terminado con altos estándares de calidad. Asimismo, presenta un sistema de moldeado a través de ejes cortantes con dientes de 8 mm, cuyo instrumento está hecho a base acero con capacidad de desplazamiento

Figura 19. Máquina de moldeado Rawter 32



Fuente: Rodriguez S.A.C

Operación 3: Barnizado

La etapa de barnizado se lleva a cabo a través de la máquina Soliech la cual se encuentra constituida por sopladores automáticos, que permiten la pigmentación uniforme del barnizado durante un tiempo aproximado de 45 min por producto terminado. Además cuenta con polines despegables reforzados con caucho para evitar desprendimientos de faja.

Figura 20. Máquina de barnizado Soliech 33



Fuente: Rodriguez

2.7.2 Propuesta de mejora

La propuesta de mejora del proyecto de investigación se desarrollará entorno a un plan de mantenimiento, utilizando la herramienta de Mantenimiento Productivo Total. Asimismo, hay que recalcar que la mejora se llevará a cabo mediante un análisis de la situación actual de la compañía, descrita en el capítulo anterior, evidenciándose en el Diagrama de Ishikawa y demás instrumentos utilizados. A partir del plan de mantenimiento propuesto se deberán planificar capacitaciones en materia de Mantenimiento Autónomo para garantizar la correcta utilización de los equipos y máquinas.

2.7.2.1 Plan de Mantenimiento Autónomo

El plan de mantenimiento estará descrito por actividades correctivas, aplicadas en el área de moldeo de puertas, puesto que se localizaron diversa cantidad de fallas. A partir del plan de mantenimiento se sugiere realizar operaciones de lubricado y limpieza general como parte de la mejora, para evitar la reducción del rendimiento de la maquinaria. Por lo cual es imprescindible capacitar a los auxiliares de producción, ya que son los entes con mayor participación en la problemática descrita.

2.7.2.2 Instrumentos de mejora en el área de moldeo

Se planificó realizar eventos de disopado, las cuales están compuestas por actividades de limpieza general, destacando la participación de los operarios en máquina, ya que es necesario reportar todas las operaciones realizadas dentro de un margen de tiempo definido, teniendo en consideración las fallas frecuentes en el área de producción, en adición a ello se recomendó efectuar y describir la documentación pertinente respecto a las normas básicas del mantenimiento empleado, con la finalidad de resaltar y difundir el asesoramiento específico que se llevara a cabo; tales como inspecciones, lubricación y limpieza. Dada la necesidad de la compañía se propuso realizar ordenes de trabajo con la finalidad de especificar las operaciones de cada actividad, llevando un control detallado, asimismo, hay que mencionar que durante la fase de disopado y mantenimiento, se utilizaron los siguientes instrumentos de verificación y mejora en la Figura 17.

Figura 21.Orden de trabajo del mantenimiento

 Rodríguez S.A.C		Orden de trabajo	
Solicitado por: _____	Fecha de solicitud: _____		
Área de trabajo _____	Tipo de mantenimiento realizado		Correctivo <input type="checkbox"/> Planificado <input type="checkbox"/> Predictivo <input type="checkbox"/>
Nombre de la máquina _____			
Disponibilidad de la máquina _____			
Descripción de trabajo realizado _____	Fecha: _____		

Tipo de trabajo _____	Inicio: _____		
Realizado por: _____	Termino: _____		

Supervisor	Firma		

Fuente: Elaboración propia

A partir de la orden de trabajo planteada se llevará a cabo el mantenimiento, especificando el tiempo y actividad realizada por medio del formato de recolección de datos, con la finalidad de preservar y aumentar el rendimiento de la maquinaria es por ello que es imprescindible plantear la elaboración de la herramienta de Lección de un solo punto para instaurar operaciones específicas en cuanto al mantenimiento de la línea de moldeado. Tal y como se visualiza en la Figura 21.

Figura 22. Lección de un solo punto

 Rodríguez S.A.C	MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL						
	LECCIÓN DE UN SOLO PUNTO						
Elaborado por:	Ipanaqué Yarlequé Cleyder Enrique					Área:	Producción
Revisado por:	Suarez Arboleda Luis Angel					Fecha:	15/10/2018
Tipo de Lup	TPM	Seguridad	Medio ambiente	Calidad	Mantenimiento	Otros	
	x				x		
Título						Cantidad	
<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"> <p>1. Verificación de motor eléctrico</p>  </div> <div style="width: 50%;"> <p>4. Revisar las poleas de cadena</p>  </div> <div style="width: 50%;"> <p>2. retirar tornillos del motor</p>  </div> <div style="width: 50%;"> <p>5. Verificar estado de cortadora</p>  </div> <div style="width: 50%;"> <p>3. Retirar las partes del sistema de bombeo</p>  </div> <div style="width: 50%;"> <p>6. Verificación de tablèro eléctrico</p>  </div> </div>							

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 22 se puede observar que se detallaron las actividades de mantenimiento en la máquina de moldeado, haciendo fácil el entendimiento de cada operación, promoviendo el desarrollo del personal en cada área de trabajo, generando un desenvolvimiento óptimo respecto a las actividades de mejoras focalizadas.

A partir de la lección de un solo punto se formularon actividades correctivas, planteadas para reducir la cantidad de fallas dentro de la línea de producción, utilizando los formatos de solución por medio de tarjetas de cumplimiento de Mantenimiento Productivo Total.


Los beneficios que se obtuvieron por parte de la aplicación de LUP en la compañía fueron los siguientes:

- Reducción de los tiempos en elaboración de LUP
- Mejorar los procedimientos de trabajo
- Estandarización de procesos
- Fomentar una cultura organizacional y llena de compromiso

Tarjetas de control de Tpm:

La tarjeta de cumplimiento Tpm tiene la función de brindar información detallada de la actividad que se está llevando a cabo, especificando el tipo de mantenimiento empleado, con el propósito de llevar un control sistemático de las fallas encontradas. Para que a partir de ella se formulen operaciones correctivas durante la fase de mantenimiento. Tal y como se visualiza en la Figura 23.

Figura 23. Tarjeta de control en el mantenimiento

		TPM		Consecutivo	
Área: _____		Máquina: _____			
Encontrada por: _____		Fecha: _____			
Prioridad		A B C			
Descripción del problema					


Causa fundamental o raíz ¿Porqué?					

Tipo de mantenimiento aplicado					

INICIO:		D/M/A HORA		FIN: D/M/A HORA	

Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Lista de verificación de máquina propuesto

 Rodríguez S.A.C.		FORMATO				
		LISTA DE VERIFICACIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS				
El llenado del formato será de acuerdo al trabajo a realizar						
Cambio de turno		Mantenimiento		Limpieza		
Fecha		Inicio:		Turno		
		Final:				
Área		Zona:		Máquina		
Nombre del operario				Firma		
Nombre del técnico de mantenimiento mecánico				Firma		
Nombre del técnico de mantenimiento eléctrico				Firma		
Nombre del supervisor de planta				Firma		
Indicaciones: 1.El técnico de mantenimiento y operario de máquina son responsables de cumplir con el llenado de este formato, informar a las partes involucradas de los trabajos a realizar y cumplir con las medidas de seguridad establecidas según la tarea. 2.El operario de máquina es responsable de cumplir y hacer cumplir todas las medidas de seguridad en la máquina que se le sugiere. 3. El supervisor de planta es responsable de asignar la máquina y operarios de la máquina cumplan con las medidas de seguridad correspondientes y que las condiciones de trabajo sean las adecuadas 4. Se debe mantener este documento en un lugar visible durante la limpieza y el mantenimiento 5.Al finalizar toda actividad este documento debe ser entregado al supervisor de planta.						
Condiciones de verificación			Estado			
1.Máquinas y equipos			Si	No	No aplica	Observaciones
1.1¿Las paradas de emergencia se encuentran en buen estado?						
1.2¿Las partes móviles de la maquinaria están cubiertas por guardas de seguridad?						
1.3 ¿Todos los switch de seguridad están operativos?						
1.4 ¿Todos los controles se encuentran operativos?						
1.5¿Cuentas con inducción del puesto de trabajo para esta máquina?						
1.6¿Las partes móviles calientes se encuentran identificadas y señalizadas?						
2. Accesorios			Si	No	No aplica	Observaciones
2.1¿Las mangueras, acoplaminetos, y abrazaderas están dañadas o desgastadas?						
2.2¿Existen bordes punzantes o filudas?						
2.3¿Se cuenta con todas las herramientas manuales necesarias para la tarea?						
2.4¿Las herramientas manuales están en buen estado?						
3.Instalaciones eléctricas			Si	No	No aplica	Observaciones
3.1¿El tablero eléctrico se encuentra libre de obstáculos?						
3.2¿Los cables están debidamente aislados y descubiertos?						
3.3¿Todos los cables de extensión están en buenas condiciones?						
3.4¿Los tableros eléctricos están operativos?						
3.5¿Los tableros eléctricos cuentan con las botoneras y luces encendidas?						
4. Equipos de protección personal			Si	No	No aplica	Observaciones
4.1¿Cuenta con equipos de protección personal?						
4.2¿Los equipos de protección personal se encuentran limpios y en buen estado?						

Fuente: Elaboración propia

Figura 25.Reverso de lista de verificación de máquina propuesto

[illegible]

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 24 y 25 se puede visualizar los formatos elaborados para reducir la aparición de fallas en donde se detalla las condiciones de trabajo necesarias para incrementar la disponibilidad de la maquinaria, efectuando un sistema de control de todo los componentes. Facilitando la especificación preventiva de la utilización de cada maquinaria en cada proceso, por esta razón se elaboró la plantilla de verificación de maquina con la finalidad de llevar a cabo los procedimientos adecuados en la utilización. En adicional a esto se elaboraron actividades correctivas detallas en Diagrama de Gantt.

Figura 26. Diagrama de Gantt de operaciones correctivas

Diagram de Gantt	Fecha de inicio	Fecha de finalización	Duración (días)	Mayo					Junio					Julio					Agosto				
				S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5
1. Limpieza general de la maquinaria	01/05/2018	02/05/2018	1																				
2. Cambio de instrumentos de la maquinaria	02/05/2018	04/05/2018	2																				
3. Lubricación de cortadora	04/05/2018	06/05/2018	2																				
4. Adquisición de equipos de presión	06/05/2018	08/05/2018	2																				
5. Solicitar cambios de formato	08/05/2018	10/05/2018	2																				
6. Revisión general de la maquinaria	10/05/2018	11/05/2018	1																				
7. Formulación de actividades de mantenimiento	11/05/2018	12/05/2018	1																				
8. Definición de actividades de mantenimiento autónomo	12/05/2018	14/05/2018	2																				
9. Proponer nuevos procedimientos de trabajo	14/05/2018	15/05/2018	1																				
10. Utilización de las tarjetas de Tpm	15/05/2018	20/05/2018	5																				
11. Identificación de fallas frecuentes	20/05/2018	21/05/2018	1																				
12. Proponer propuesta de mejora	21/05/2018	22/05/2018	1																				
13. Análisis de las actividades de mantenimiento	23/05/2018	25/05/2018	2																				
14. Ejecución del plan de mantenimiento	25/05/2018	28/07/2018	3																				
15. Control de calidad de mantenimiento	28/05/2018	01/06/2018	3																				
16. Cotización de la adquisición de la metodología	01/06/2018	04/06/2018	3																				
17. Capacitación del uso de procedimiento	04/06/2018	09/06/2018	5																				
18. Emisión de evaluaciones progresivas	16/06/2018	18/06/2018	2																				
19. Programación de Auditoria	19/06/2018	21/06/2018	2																				
21. Resultados de Auditoria	21/06/2018	23/06/2018	3																				
22. Estandarización de métodos de trabajo	23/06/2018	25/06/2018	2																				
23. Análisis de la mejora propuesta	25/06/2018	28/06/2018	3																				
24. Evaluación final de la propuesta	28/06/2018	30/06/2018	2																				

Fuente: Elaboración propia

Actividad 1: Formulación de actividades correctivas

1. Limpiar cabezales

La actividad de limpiar cabezales en la cortadora, se realizará de manera semanal, por lo cual se define como una actividad periódica o rutinaria, para llevar a cabo la ejecución de esta operación es necesario la presencia de los maquinistas, para poder facilitar el cumplimiento de los requerimientos establecidos por dicha actividad, pero hay que mencionar que los trabajadores tienen que desarrollar sus habilidades, tanto en la práctica como teoría.

2. Cambio de cortadoras

Esta actividad se encuentra definida por el cambio de piezas o reajuste, ya que esta parte es esencial al momento, de realizar el empaquetado de cada barra extruida, además cabe recalcar que la mayoría de problemas que se han identificado en el producto terminado se manifiesta través del desgaste que ha sufrido la cortadora giratoria. Asimismo, lo que se busca con este tipo de actividad es reducir la presencia de fallos en los productos, puesto que genera la aparición de mermas y desperdicios.

3. Lubricación en Polines

La lubricación de polines se llevará a cabo en un corto, mediano y largo plazo, puesto que es ahí donde radica los problemas de paradas innecesarias, pero cabe mencionar que no sólo se trata de realizar cambios, sino tratar de mejorar la eficiencia global de los equipos por medio de estas operaciones, para tal fin se ha tomado en consideración la piezas de recambio, sin embargo sino se respetan dichos cambios, tendrá participación directa en la problemática.

4. Cambios en los equipos de presión

Se sugiere cambiar los equipos de presión de manera trimestral, ya que se han presentado diferentes fugas de aire, ocasionando paradas inesperadas dentro del área de envasado, por lo cual se vieron en la obligación de adquirir nuevos equipos de presión para garantizar el flujo continuo de producción, y evitar la aparición de este tipo de problemas dentro de la organización.

5. Lubricación de motor: Ésta actividad se realiza de manera semestral puesto que los motores adquiridos son de otras maquinarias totalmente añejas, con un alto grado de indisponibilidad, motivo por el cual se vieron en la obligación de determinar actividades de lubricación en casi todas las parte de la máquina de doblado.

6. Inspecciones mecánicas y electrónicas

Este tipo de inspecciones se debe efectuar de manera muy recurrente puesto que garantiza el rendimiento de la maquinaria y facilita la realización de las actividades de envasado, al no interrumpir el ciclo de producción, de tal modo que se sugirió hacer énfasis en este tipo de operaciones para garantizar la calidad del producto.

A partir de las actividades descritas se promovieron la utilización de formatos de verificación de máquina, para prevenir y detallar todo lo relacionado a la mejora propuesta, teniendo en consideración a los auxiliares de producción y operarios de mantenimiento, brindándoles instrumentos gráficos que servirán como herramientas de inspección visual. Tal y como se detalla en la siguiente propuesta de mejora para implementar el Mantenimiento Autónomo.

Figura 27. Pasos para implementar el Mantenimiento Autónomo

Mantenimiento Autónomo
1.Plantear un programa de disopado general, para generar sentido propia en los trabajadores y priorizar las actividades de producción en óptimas condiciones
2.Estandarizar los procedimientos de trabajo utilizando las herramientas de lección de un solo punto y tarjetas de control TPM
3.Realizar inspecciones generales según el plan de mantenimiento planificado por el departamento de Mantenimiento Productivo Total
4.Planificar revisiones técnicas y realizar capacitaciones introductorias de cómo actuar ante un acontecimiento de parada en la linea de producción



Fuente: Elaboración propia

Actividad 2. Plantear el programa de disopado general

A partir de las de las fases descritas en la Figura 23 se plantea describir el contenido y el modo de aplicación de la fase 1, la cual consiste en realizar actividades de disopado en el área de moldeado para garantizar la calidad de los productos fabricados, erradicando las actividades innecesarias. identificando los factores que no son influyentes en el proceso de producción, planteando un programa de disopado general para optimizar los procedimientos de trabajo en la compañía.



El plan de acción propuesto está determinado por el evento de disopado, el cual se encarga de liberar la línea de producción y disponer de todos los requerimientos de calidad para llevar a cabo la fabricación de puertas de madera, ya que es obligatorio considerar el rendimiento de la maquinaria. Asimismo, hay que resaltar que el evento de limpieza general se llevó a cabo a través de una capacitación preventiva ante cualquier eventualidad de parada en la linea de producción. Asimismo se priorizaron las factores más influyentes en la máquina de moldeado detallando la aparición de fallas mediante el

Ilustración 1. Área de moldeado
formato de recolección de datos. A partir del formato planteado se promovió la colocación de tarjetas de control, establecidas por el color rojo, ya que a través de ella se busca identificar y clasificar la cantidad de fallas recurrentes. Tal y como se precisa en la siguiente Figura 24.

Figura 28. Formato de control en tarjeta roja

The image shows a red control card template with the following sections:

- No.** _____
- TARJETA ROJA 5'S**
- Información Gen-**
- Propuesta por _____ Responsable de área _____
- Área / Depto. _____
- Descripción de artículo _____
- CATEGORIA**
- ☐ Máquina/Equipo ☐ Material gastable
- ☐ Herramienta ☐ Materia prima
- ☐ Instrumento ☐ Trabajo en proceso
- ☐ Partes eléctricas ☐ Producto terminado
- ☐ Partes mecánicas ☐ Otros
- OTROS/COMENTARIO _____
- RAZON DE TARJETA**
- ☐ Innecesario ☐ Defectuoso
- ☐ Fuera de especificaciones ☐ Otros
- Otros _____
- ACCION REQUERIDA**
- ☐ Eliminar
- ☐ Agrupar en espacio separado
- ☐ Retornar
- Otros: _____
- Fecha inicio ____/____/____ Final de la acción ____/____/____

Fuente: Elaboración propia

Actividad 3. Estandarización de procedimientos de trabajo

Dada la necesidad de mejorar los procedimientos de trabajo en el área de



Mantenimiento Autónomo

moldeado se planificó utilizar la herramienta de lección de un solo punto y tarjetas de control visual para verificar y analizar la situación actual de la maquinaria, esto con la finalidad de planificar el plan de mantenimiento autónomo, contrarrestando las causas esenciales de paradas en la línea de producción. Asimismo hay que recalcar la importancia de los instrumentos mencionados ya que se busca identificar y reducir la cantidad de fallas en la maquinaria delimitando funciones estandarizadas en los auxiliares de producción acompañado de los operarios de mantenimiento, de esta manera se pretende consolidar el grupo de trabajo, respaldándose en los fundamentos básicos del Mantenimiento Productivo Total. Por ello es imprescindible seguir con la premisa de la mejora continua, en cada área constituyente de la compañía, para garantizar la mejora en los indicadores de productividad, tal y como se muestra en la siguiente Figura 29.

Figura 29. Requerimientos de Mantenimiento Autónomo

Orden de mantenimiento		
Fecha:	12/06/2019	
Turno	I	
<p>Realizar informes acerca de la situación actual del equipo, asi como tambien se debe detallar de manera continua las fallas e irregularidades que se presente antes y durante de la jornada laboral</p>		
<p>Requerimientos oportunos para analizar el funcionamiento de la maquinaria</p>		
<p>1. Verificar el estado de los tableros eléctricos</p> <p>2. Verificar las conexiones eléctricas de toda la maquinaria</p> <p>3. Verificar el estado de ejes de las cortadores</p> <p>4. Realizar limpieza y lubricación de manera diaria</p> <p>5. Verificar el estado del calibrador de velocidades</p>		
<p>Actividad de lubricación (Diaria)</p>		
<p>1. Verificar los niveles de aceite en las cadenas y poleas</p> <p>2. Verificar las conexiones de la bomba de aceite</p>		
<p>Requerimientos de seguridad para el personal de trabajo</p>		
<p>1. Utilizar la maquinaria si ya se encuentra con capacitación pertinente</p> <p>2. Antes de llevar a cabo actividades de mantenimiento desenchufe la conexión eléctrica</p> <p>3. Rotular las fallas que contiene la maquinaria para su posterior inspección</p>		

Fuente: Elaboración propia

A través de la Figura 29 se puede visualizar el formato elaborado por el proyecto de investigación como parte de la estandarización de procesos en el mantenimiento autónomo, en donde se detalla los requerimientos y estándares de calidad para llevar a cabo la lubricación, limpieza y desopado en el área de moldeado de la compañía Rodríguez S.A.C. A partir de esta mejora se fundamenta la formulación de áreas limítrofes que garantizan el ordenamiento de cada maquinaria, para lo cual se hizo factible utilizar herramientas de delimitación en las áreas de trabajo.


La herramienta de delimitación de áreas es una técnica complementaria del Mantenimiento Autónomo que sirve para clasificar los sectores de ubicación de maquinaria, en este caso está aplicado al área de moldeado con la finalidad de

Ilustración 2. Delimitación del área de moldeado



En la Ilustración 2 se puede visualizar que el área de moldeado está totalmente delimitado. Así que es factible afirmar que la formulación de los requerimientos de mantenimiento son viables para especificar las consideraciones técnicas durante el funcionamiento de la maquinaria, ya que se requiere mejorar los procesos de mantenimiento, considerando el siguiente formato dispuesto en la

Figura 30. Consideraciones técnicas de funcionamiento

Requerimientos Mantenimiento Productivo Total	
 Rodríguez S.A.C	Mantenimiento Autónomo
Consideraciones técnicas durante el funcionamiento	
1. Verificar las conexiones eléctricas de la maquinaria	
2. Controlar los niveles de presión	
3. Verificar el correcto funcionamiento	
4. Realizar limpieza general de los instrumentos de la maquinaria para garantizar la inocuidad de los productos	
5. Mantener limpios los componentes de la maquinaria	
6. Evitar la corrosión de los componentes de la maquinaria	
7. Verificar que no cuente con ningún tipo de falla	
8. Verificar el correcto funcionamiento de los instrumentos	
9. Realizar las actividades de desopado y limpieza general	
10. Verificar la colocación de las tarjetas de control Tpm	
11. Controlar que las actividades correctivas estén en funcionamiento	
Lista de Normas de Seguridad	
1. Contar la capacitación de seguridad y salud en el trabajo para llevar a cabo cualquier tipo de actividad	
2. Mantener los lugares de trabajo limpios y libre de obstáculos	
3. Utilizar las herramientas y equipos de protección personal adecuado	
4. Informar acerca de un incidente o accidente al supervisor de turno	
5. Verificar que las guardas de seguridad estén bien colocadas	
6. Ejecutar el plan de mantenimiento adecuado	
7. Verificar que la parada de emergencia esté funcionando	
8. Verificar que el maletín de herramientas se encuentre en buenas	
9. Reportar las actividades de mantenimiento empleadas	
10. Evitar utilizar la máquina si no se encuentra con las guardas de	

Actividad 4: Utilización de tarjetas de control Tpm

La tarjeta de cumplimiento Tpm tiene la función de brindar información detallada de la actividad que se está llevando a cabo, especificando el tipo de mantenimiento empleado, con el propósito de llevar un control sistemático de las fallas encontradas. Para que a partir de ella se formulen operaciones correctivas durante la fase de mantenimiento. Tal y como se detalla en las siguientes Figuras

Figura 31. Tarjeta de control Tpm área de moldeado

 Rodríguez S.A.C	TPM	Consecutivo
Área:	<u>Moldeado</u>	Máquina: <u>Rawter 31</u>
Encontrada por:	<u>Luis Pachecho Díaz</u>	
Prioridad	A B C	Fecha: <u>24/05/2019</u>
Descripción del problema		
<u>Se localizaron fugas en los sistema de presión conectados a la</u>		
<u>máquina generando, paradas de línea y desperdicios en el</u>		
<u>producto terminado</u>		
Causa fundamental o raíz ¿Porqué?		
<u>La fuente de alimentación del aire comprimido se encuentra</u>		
<u>desgastado y en mal estado</u>		
Tipo de mantenimiento aplicado		
<u>El mantenimiento empleado para reducir la falla es el</u>		
<u>mantenimiento autónomo por parte de los operarios de</u>		
<u>producción y maquinista de turno</u>		
INICIO:	<u>25/05/2019</u> <u>08:45 a.m.</u>	FIN: <u>29/05/2019</u> <u>12:24 a.m.</u>

Fuente: Rodríguez S.A.C

En la Figura 31 se puede visualizar las causas que se generan durante la jornada laboral en el área de moldeado, estos instrumentos tienen la capacidad de identificar, analizar y promover la capacidad de respuesta, ante cualquier situación adversa, propiciando el compromiso en los trabajadores, debido a que ellos son los entes que trabajan y están en contacto con la maquinaria.

Figura 32. Tarjeta de control Tpm área de secado


		TPM		Consecutivo	
Área:	Secado			Màquina:	Kneader
Encontrada por:	Julia Pasaches Ortizz				
Prioridad	A	B	C	Fecha:	15/04/2019
Descripción del problema Se encontraron problemas en los polines que permiten el traslado de las planchas que componen la puerta de madera					
Causa fundamental o raíz ¿Porqué? Desgaste de polines por la constante utilización y esto se causo porque no se relizó la limpieza general que corresponde					
Tipo de mantenimiento aplicado El tipo de mantenimiento utilizado fue el atuónom porque se puede designar a un grupo de trabajadores a realizar la limpieza general de los polines					
INICIO:	15/04/2019 07:00:00 a.m.		FIN:	15/04/2019 08:32:12	

Fuente: Rodríguez S.A.C

En la Figura 32 se puede visualizar que se utilizaron correctamente los formatos de control Tpm, identificando satisfactoriamente la causa que genera las anomalías en la maquinaria de secado, detallando si la problemática localizada es de prioridad A, B ,C ya que depende del nivel de recuperación y el tiempo empleado para llevar a cabo el mantenimiento. Asimismo, hay que recalcar que los instrumentos utilizados fueron recopilados desde el área descrita, esto con el fin de generar el reporte de fallas a nivel mensual. Promoviendo la premisa del compromiso a nivel grupal en los trabajadores.

A través de los formatos empleados, se pudieron mejorar los niveles de productividad, ya que es una propuesta práctica de fácil entendimiento y puede utilizarse en cualquier sector de la compañía a nivel producción.

Figura 33. Formato de control Tpm área de cortado

		TPM		Consecutivo	
Área:		Cortado		Màquina:	
Encontrada por:		Luis Pachecho Diaz		Cortex	
Prioridad		A B C		Fecha:	
				10/04/2019	
Descripción del problema					
Se localizaron el desgaste en los ejes cortantes generando retrasos en el área de corte.					
Causa fundamental o raíz ¿Porqué?					
Este problema se origino por la ausencia de material adecuado pues el eje cortante no contaba con los indices de calidad adecuados.					
Tipo de mantenimiento aplicado					
El tipo de manteimiento empleado es el autónomo ya que solo se trataba de cambiar los ejes con ayuda de los auxiliares de mantenimiento autónomo					
INICIO:		10/04/2019		FIN:	
				10/04/2019	

Fuente: Rodríguez S.A.C

En la Figura 33 se puede visualizar que la problemática descrita está relacionada, al desgaste continuo que sufre los ejes cortantes. Este se debe a la antigüedad de la maquinaria y a la ausencia de mantenimiento. Así que se promueve la utilización de los instrumentos de control a nivel piloto. Las tarjetas de control fueron colocadas en las máquinas que fueron identificados con fallas para generar actividades de carácter correctivo a nivel institucional y periodo de reparación.

Figura 34. Formato de control Tpm área de barnizado

 Rodríguez S.A.C		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; font-size: 24px; font-weight: bold;">TPM</div>		Consecutivo	
Área:		Barnizado		Màquina: Soliech	
Encontrada por:		Carlos Yuri García			
Prioridad		A	B	C	Fecha: 25/06/2019
Descripción del problema					
Se localizaron desgaste en el sistema de presión que permite					
la salida de la pintura para realizar el barnizado respectivo					
Causa fundamental o raíz ¿Porqué?					
Obstrucción de la salida de aire para llevar a cabo el barnizado					
de las planchas de madera					
Tipo de mantenimiento aplicado					
El mantenimiento utilizado es el mantenimiento autónomo					
para reducir la presencia de anomalías y desgastas en el equipo					
de presión					
INICIO:		25/06/2019		FIN: 28/06/2019	
		HORA		HORA	

Fuente: Rodríguez S.A.C


En la Figura 34 se puede visualizar que la problemática descrita está relacionada, a la obstrucción de la salida de pintura en el área de barnizado. Este se debe a que la fuente de alimentación de los equipos de presión instalados en la maquinaria se encuentra desgastados, generando paradas innecesarias en el flujo de producción de puertas de madera. A partir de las mejoras realizadas en las áreas descritas se puede afirmar que son los instrumentos idóneos para llevar a cabo el control y verificación.

Actividad 5:

Planificación del plan de mantenimiento

A partir de las especificaciones dispuestas se procederá a realizar el plan de mantenimiento de manera diaria considerando solos los días laborables desde lunes a sábado, ya que la propuesta de mejora no incluye las horas extras del fin de semana. Por ello se considera el siguiente formato en la Figura 35.

Figura 35. Cronograma de disopado

 Rodríguez S.A.C		CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES				
		PROGRAMA DE DISOPADO				
Área	Moldeado			Inicio	07:00 a.m.	
Máquina	Ryder 32			Final	03:00	
Responsable	Ruiz Mayta Josué			Turno	I	
Actividades	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Vienes	Sábado
Inspecciones						
1. Verificar el estado de los tableros eléctricos						
2. Verificar						
3. Verificar el estado de ejes de las cortadores						
4. Realizar limpieza y lubricacion de manera diaria						
5. Verificar el estado del calibrador de velocidades						
6. Verificar los niveles de aceite en las cadenas y poleas						
7. Verificar las conexiones de la bomba de aceite						
8. Verificar el estado de las guardas de seguridad						
9.Verificar la capacidad del motor						
Lubricación						
1. Verificar el estado de los conexiones eléctricas						
2.Lubricar los polines						
3. Verificar que las fajas esten lubricadas						
4. Aplicar lubricante de manera diaria						
Cambios de formato						
1. Realizar cambios de formato según el modelo						
2. Utilizar los instrumentos para moldeado externo						
3.Verificar el modelo en el plan de producción						
4.Rotular los cambios de formato						
5. Verificar la existencia de los cambios de formato						

Fuente: Elaboración propia

2.7.4 Resultados

El análisis de resultados estará descrito por los niveles de eficiencia y eficacia de la maquinaria ya que son factores indispensables, al momento de analizar la aceptación de la propuesta de mejora, determinándolo como el post test. Tal y como se muestra en la Figura 36.

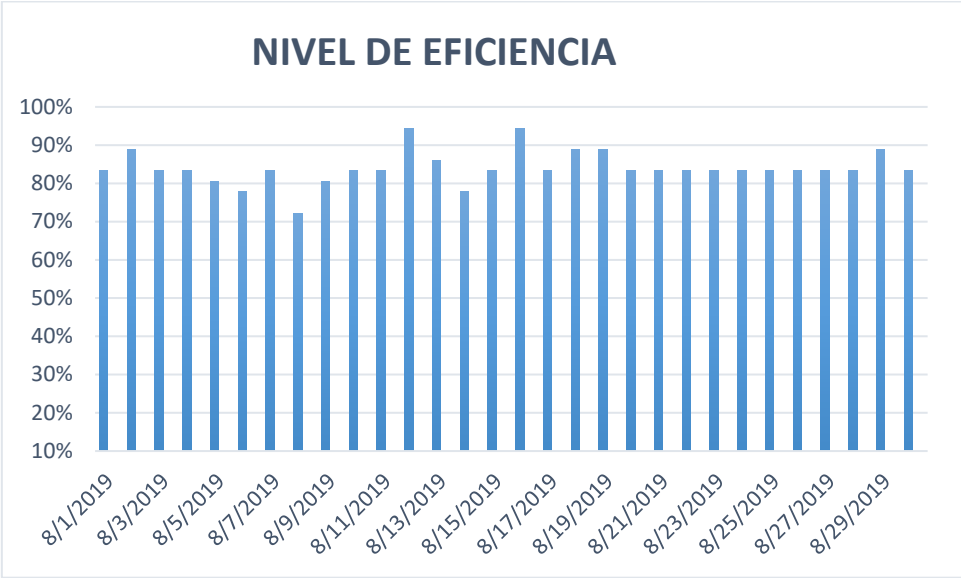
Figura 36. Análisis de indicadores post-test

Fecha	Eficiencia	Eficacia	Productividad
	(MU/HMP)*100%	(CTP/CTPP)*100%	(Eficiencia*eficacia)
01/08/2019	83%	90.0%	75.00%
02/08/2019	89%	95.0%	84.44%
03/08/201	83%	100.0%	83.33%
04/08/2019	83%	90.0%	75.00%
05/08/2019	81%	90.0%	72.50%
06/08/2019	78%	100.0%	77.78%
07/08/2019	83%	90.0%	75.00%
08//08/2019	72%	85.0%	61.39%
09//08/2019	81%	95.0%	76.53%
10//08/2019	83%	95.0%	79.17%
11//08/2019	83%	90.0%	75.00%
12//08/2019	94%	90.0%	85.00%
13//08/2019	86%	90.0%	77.50%
14//08/2019	78%	85.0%	66.11%
15//08/2019	83%	100.0%	83.33%
16//08/2019	94%	85.0%	80.28%
17//08/2019	83%	95.0%	79.17%
18//08/2019	89%	90.0%	80.00%
19//08/2019	89%	80.0%	71.11%
20//08/2019	83%	100.0%	83.33%
21//08/2019	83%	85.0%	70.83%
22//08/2019	83%	100.0%	83.33%
23/08/2019	83%	95.0%	79.17%
24/08/2019	83%	100.0%	83.33%
25//08/2019	83%	85.0%	70.83%
26//08/2019	83%	100.0%	83.33%
27//08/2019	83%	90.0%	75.00%
28//08/2019	83%	80.0%	66.67%
29//08/2019	89%	90.0%	80.00%
30//08/2019	83%	95.0%	79.17%

Fuente: Elaboración propia

Los niveles de eficiencia han aumentado considerablemente, gracias a que la aplicación de la metodología de la herramienta de Mantenimiento Productivo Total logró aumentar los niveles de cada indicador descrito anteriormente. Tal y como se muestra en la Figura 37.

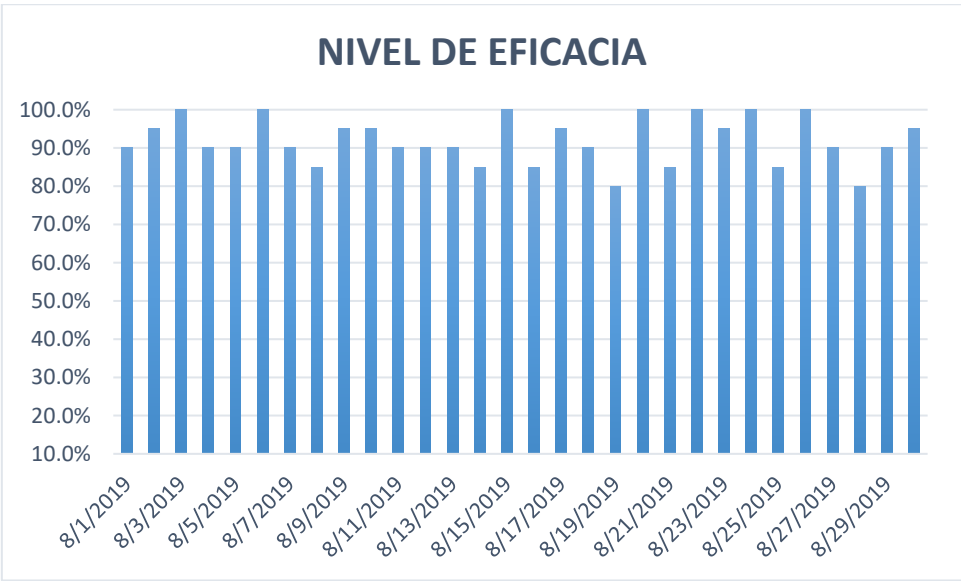
Figura 37. Análisis de eficiencia post-test



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 38 se puede observar que los niveles de eficiencia después de aplicar la metodología de Lean Manufacturing lograron aumentar los niveles de este indicador hasta llegar una mejora de 84% respecto a la situación actual.

Figura 38. Análisis de eficacia post-test

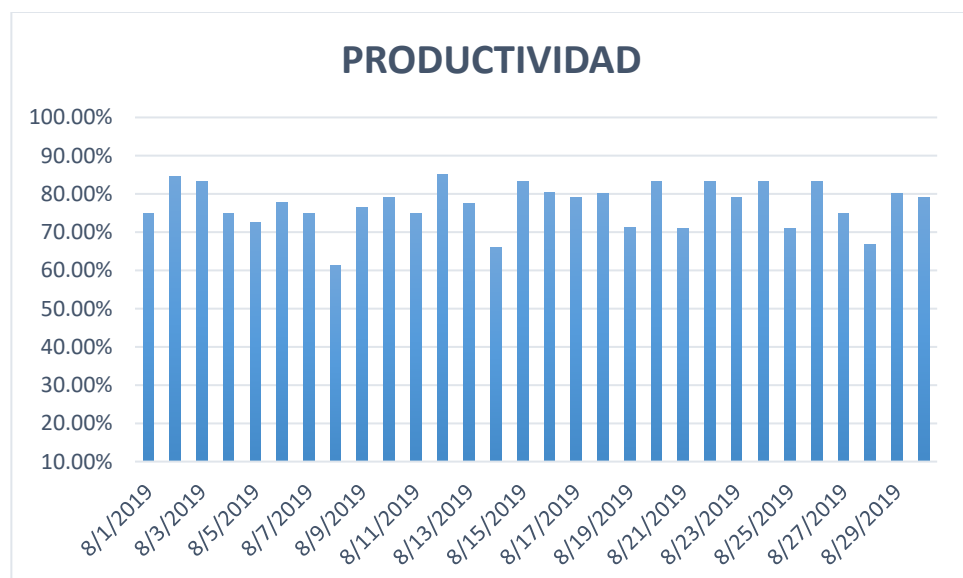


Fuente: Elaboración propia

En la Figura 39 se puede visualizar que los niveles de eficacia han aumentado hasta llegar a una mejora de 80.34% respecto a la situación actual de la compañía, así que es factible afirmar que la propuesta planteada por el proyecto de investigación obtuvo resultados óptimos.

Asimismo, hay que recalcar que es necesario detallar los niveles de productividad obtenidos después de haber aplicado la mejora propuesta, puesto que es necesario tener en consideración que el objetivo fundamental del proyecto de investigación es incrementar los niveles de producto terminado. Tal y como se visualiza en la Figura 39.


Figura 39. Análisis de la productividad post-test



En la Figura 39 se puede constatar que los niveles de productividad tuvieron un crecimiento sostenible durante la etapa post aplicación de la propuesta de mejora, hay que recalcar que se logró mejorar en 89% respecto a la situación actual en la que se encontraba el área de producción, ya que por medio de la actividades correctivas se mejoró la cantidad de productos terminado producido durante la jornada laboral. Asimismo, es imprescindible mencionar la importancia de la recolección de datos, a través de la mejora desarrollada por el proyecto de investigación, puesto que se analiza y se sustenta la existencia de los datos propuestos, tal es así que se puede visualizar en la siguiente Figura

40.

Figura 40. Recolección de datos post-test

 Rodríguez S.A.C.				Ficha de recolección de datos									
Fecha	T.OP	T.R	Cant.fallas	Horas.Maq .plani	T.T.E	T.T.R	Confiabilidad (TTE/(TTE+TTR))*100%	Disponibilidad (TO/HMP)*100%	Producción planificada	Cantidad producida	Eficiencia (MU/HMP)*100%	Eficacia (CTP/CTPP)*100%	Productividad (Eficiencia*efcacia)
01/08/2019	30	7.5	2	36	30	1	96.8%	83.3%	20	18	83%	90.0%	75.00%
02/08/2019	32	9	6	36	30	3	90.9%	88.9%	20	19	89%	95.0%	84.44%
03/08/2019	30	11	4	36	25	2	92.6%	83.3%	20	20	83%	100.0%	83.33%
04/08/2019	30	7	5	36	28	2	93.3%	83.3%	20	18	83%	90.0%	75.00%
05/08/2019	29	6	4	36	26	2	92.9%	80.6%	20	18	81%	90.0%	72.50%
06/08/2019	28	5	3	36	32	2	94.1%	77.8%	20	20	78%	100.0%	77.78%
07/08/2019	30	2	1	36	29	1	96.7%	83.3%	20	18	83%	90.0%	75.00%
08/08/2019	26	6.5	5	36	30	1	96.8%	72.2%	20	17	72%	85.0%	61.39%
09/08/2019	29	8	4	36	28	4	87.5%	80.6%	20	19	81%	95.0%	76.53%
10/08/2019	30	9	4	36	11	5	68.8%	83.3%	20	19	83%	95.0%	79.17%
11/08/2019	30	9	5	36	29	4	87.9%	83.3%	20	18	83%	90.0%	75.00%
12/08/2019	34	4	0	36	30	3	90.9%	94.4%	20	18	94%	90.0%	85.00%
13/08/2019	31	8	7	36	10	1	90.9%	86.1%	20	18	86%	90.0%	77.50%
14/08/2019	28	10	7	36	10	1	90.9%	77.8%	20	17	78%	85.0%	66.11%
15/08/2019	30	8	5	36	10	1	90.9%	83.3%	20	20	83%	100.0%	83.33%
16/08/2019	34	6.4	4	36	32	1	97.0%	94.4%	20	17	94%	85.0%	80.28%
17/08/2019	30	7	6	36	6	2	75.0%	83.3%	20	19	83%	95.0%	79.17%
18/08/2019	32	10	6	36	30	2	93.8%	88.9%	20	18	89%	90.0%	80.00%
19/08/2019	32	11	5	36	9	2	81.8%	88.9%	20	16	89%	80.0%	71.11%
20/08/2019	30	7.5	7	36	6	5	54.5%	83.3%	20	20	83%	100.0%	83.33%
21/08/2019	30	4	2	36	10	2	83.3%	83.3%	20	17	83%	85.0%	70.83%
22/08/2019	30	12	8	36	5	1	83.3%	83.3%	20	20	83%	100.0%	83.33%
23/08/2019	30	8.5	5	36	5	2	71.4%	83.3%	20	19	83%	95.0%	79.17%
24/08/2019	30	10	9	36	3	1	75.0%	83.3%	20	20	83%	100.0%	83.33%
25/08/2019	30	5	5	36	9	2	81.8%	83.3%	20	17	83%	85.0%	70.83%
26/08/2019	30	8	7	36	3	1	75.0%	83.3%	20	20	83%	100.0%	83.33%
27/08/2019	30	7	6	36	9	2	81.8%	83.3%	20	18	83%	90.0%	75.00%
28/08/2019	30	6.5	5	36	7	1	87.5%	83.3%	20	16	83%	80.0%	66.67%
29/08/2019	32	7	7	36	6	1	85.7%	88.9%	20	18	89%	90.0%	80.00%
30/08/2019	30	11	11	36	30	2	93.8%	83.3%	20	19	83%	95.0%	79.17%

LEYENDA	
T.OP	Tiempo operacional
T.R	Tiempo recuperación
H.M.P	Horas de Maquinaria planificada
T.T.E	Tiempo total entre fallas
T.T.R	Tiempo total de recuperación

2.7.5 Análisis económico financiero

Para poder lograr la mejora planteada en el proyecto de investigación es necesario detallar los costos generados en la etapa de implementación del plan de mantenimiento y las herramientas utilizadas en la Tabla 12.

Tabla 12. Análisis económico de los recursos utilizados

Concepto	Cantidad	Precio unitario	Horas trabajadas	Costo total	Inversión inicial
Auxiliar de producción	6	-	12	S/. 930.00	S/. 5,580.00
Supervisor de planta	1	-	12	S/. 1,100.00	S/. 1,100.00
Facilitador Tpm	2	-	8	S/. 1,250.00	S/. 2,500.00
Estudiante	1	-	8	S/. 1,050.00	S/. 1,050.00
					S/. 10,230.00
Campaña Tpm					
Capacitación Mant. Autónomo	3	-		S/. 250.00	S/. 750.00
Tarjetas de control+	50	-		S/. 150.00	S/. 150.00
Formatos de control	50	-		S/. 100.00	S/. 100.00
Materiales	120	-		S/. 250.00	S/. 250.00
					S/. 1,250.00
Repuesto					
Cortadoras	4	S/. 150.00	-	600	600
Filtros de aire	2	S/. 75.80	-	151.6	151.6
Compresor	3	S/. 80.40	-	241.2	241.2
Guardas de seguridad	3	S/. 55.40	-	166.2	166.2
					S/. 1,159.00
Gastos externos					
Auditoria interna	3	S/. 250.00	-	S/. 750.00	S/. 750.00
					S/. 13,389.00

Fuente: Elaboración propia

A partir de la data proporcionada en la Tabla 12 se puede afirmar que el costo de inversión total es 13,389 soles, detallando todos los recursos utilizados tanto como materiales, auditorias, trabajadores entre otros.

Para poder determinar el análisis del costo beneficio es necesario especificar la cantidad producida del antes y después de la implementación de la mejora, propuesta en unidades básicas de manera diaria, basándose en el formato de producto terminado, detallándola en la Tabla 13.

Tabla 13. Análisis beneficio costo

Descripción	Cantidad M.O	Horas/hombre empleada	Costo de M.O	Producción diaria	Precio venta	Total
Productividad situación actual	6	0.5157	930	6	S/. 150	S/. 900
Productividad mejorada	6	0.5157	930	10	S/. 150	S/. 1,500
Productividad mensual	6	0.5157	930	32	S/. 150	S/. 4,800
Productividad anual	6	0.5157	930	168	S/. 150	S/. 25,200

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 13 se puede visualizar la cantidad producida y el costo generado por la producción de manera detallada, ya que a través de ella se busca realizar el análisis económico, planteado por el margen de contribución.

Tabla 14. Margen de contribución

Márgen de contribución				Beneficio Anual	Impuesto renta	Impuesto	Utilidad Neta
Precio venta	Costo M.P	Costo por uni/prod	M.C				
S/.150	S/. 123.50	S/. 0.95	S/. 32.68	S/.27,773.75	S/. 7,776.65	28%	S/.19,997.10

B/C
1.59

Fuente: Elaboración propia

A partir de la Tabla 14 se puede afirmar que el margen de contribución está determinado por la utilidad neta obtenida en unidades de producción a nivel anual equivalente a S/.27.

El margen de contribución está determinado por $S/.150 - (S/.12.3 + S/.0.95) = S/.32.68$ unidades.

El beneficio anual equivale a $S/.850 * S/.32.68 = S/.27.773.75$

La utilidad neta está determinado por $S/.27.773.75 - S/.7776.75 = S/.19.997.10$

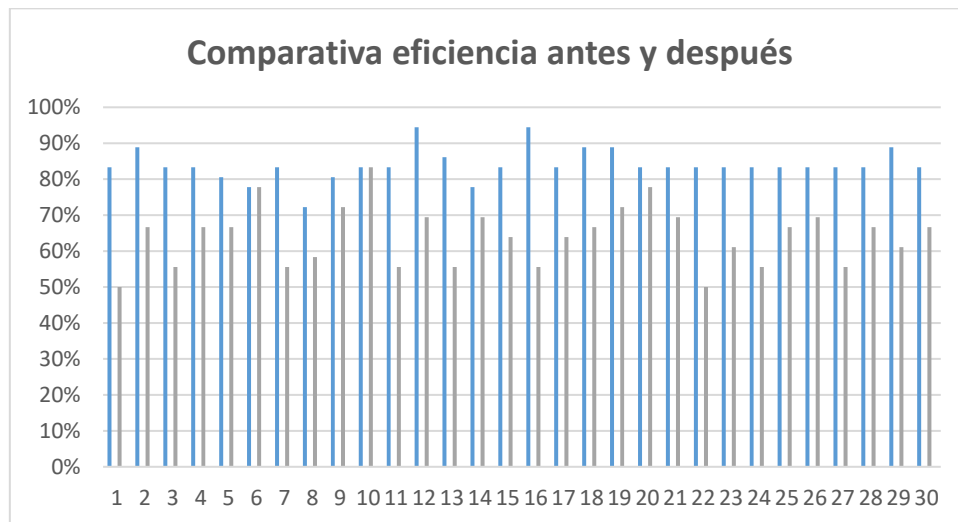
El análisis costo beneficio se encuentra determinado por 59%, estableciendo que supera los niveles de investigación requerida por lo tanto es factible la instauración del proyecto de investigación.

III Resultados

3.1 Análisis descriptivo

El análisis descriptivo busca analizar la variable independiente y dependiente por medio de representaciones gráficas comparando los resultados del antes y después de la aplicación de Lean Manufacturing, fundamentada en la herramienta de Mantenimiento Productivo Total.

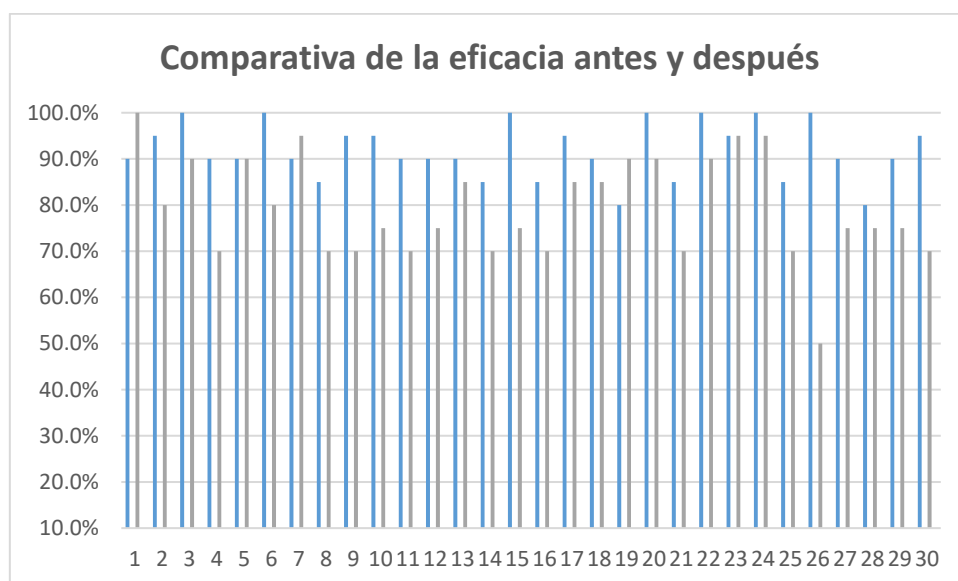
Figura 41. Comparativa de la eficiencia antes y después



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 41 se puede visualizar un incremento de los niveles de eficiencia, ya que se logró mejorar 20.45% respecto a la situación actual.

Figura 42. Comparativa de la eficacia antes y después



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 43 se puede observar un mejoramiento de los niveles de eficacia antes y después en un periodo de 30 días, en donde se resalta que se mejoró un 18.57% respecto a la situación actual de la compañía.

Figura 43.Comparativa de la productividad antes y después



Fuente: Elaboración propia

3.2 Análisis inferencial

3.2.1 Análisis de la hipótesis general

El análisis inferencial se encuentra descrito por la hipótesis alterna, la cual se encuentra constituida por la Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de moldeo de puertas en la compañía Rodriguez S.A.C, Cercado de Lima, 2018.

La contrastación de la hipótesis general se realiza con la finalidad de saber si la metodología propuesta es aceptada por medio de los estadígrafos, estipulados por Shapiro Wilk, teniendo en consideración las siguientes condiciones:

Ho: La aplicación de Lean Manufacturing no mejora la productividad en el área de moldeo de puertas en la compañía Rodriguez S.A.C, Cercado de Lima, 2018.

Ha: La aplicación de Lean Manufacturing mejora la productividad en el área de moldeo de puertas en la compañía Rodriguez S.A.C, Cercado de Lima, 2018.

Hay que recalcar que se tiene que tener en consideración los siguientes requerimientos de la regla de decisión:

- Si $p\text{valor} \leq 0.05$ los datos no son paramétricos
- Si $p\text{valor} \geq 0.05$ los datos son paramétricos

Tabla 15. Prueba de normalidad productividad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad Antes	,982	30	,875
Productividad Después	,926	30	,038

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 15 queda demostrado que la significancia de la productividad en la situación actual es 0.875 y la productividad después es 0.038, por lo cual se puede afirmar que ambos valores son mayores a la regla decisión de 0.05 por lo tanto se asevera que tiene un comportamiento paramétrico. Para llevar a cabo el análisis se tomará en cuenta la prueba de T - student al momento de realizar la comparación de las hipótesis.

3.2.1.1 Contrastación de la hipótesis general

Ho: La aplicación de Lean Manufacturing no mejora la productividad en el área de moldeado de puertas en la compañía Rodriguez S.A.C, Cercado de Lima, 2018.

Ha: La aplicación de Lean Manufacturing mejora la productividad en el área de moldeado de puertas en la compañía Rodriguez S.A.C, Cercado de Lima, 2018.

Teniendo en consideración la siguiente regla de decisión:

Hipótesis nula : $U_a \geq U_d$

Hipótesis alterna: $U_a < U_d$

Donde se destaca:

U_a : Los niveles de productividad antes de la aplicación de Lean Manufacturing

Ud: Los niveles de productividad después de la aplicación de Lean Manufacturing.

Tabla 16. Comparación de medias de la productividad por medio de T-student

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Productividad_Antes	,50466	30	,082142	,014995
Productividad_Despues	,76920	30	,059004	,010771

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 16 se puede afirmar que la media de la productividad antes es 0.50466, siendo un tanto menor a la productividad después 0.76920, a partir de ello se puede afirmar que no se cumple la regla de decisión de $H_0: U_a \geq U_d$. Por lo tanto se rechaza en su totalidad la hipótesis nula. La cual afirma que la aplicación de Lean Manufacturing no mejora la productividad en el área de moldeado de puertas en la compañía Rodríguez S.A.C, aceptando que la hipótesis alterna que afirma que la aplicación de de Lean Manufacturing mejora la productividad en el área de moldeado de puertas en la compañía Rodríguez S.A.C. A partir de la contrastación realizada se afirma que es totalmente correcta, puesto que la significancia de resultados depende de la prueba T-Student según la regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis nula

Si $p\text{valor} \geq 0.05$ se acepta la hipótesis nula

Tabla 17. Prueba estadística T-student en la productividad

Prueba de muestras emparejadas								
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Diferencias emparejadas 95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior			
Productividad Antes								
Productividad Después	-,26453		094416	,01723	-,29978	-,22927	-15,346	29 ,000

En la Tabla 17 se puede afirmar que la significancia de T-Student en la productividad antes y después es 0.000 por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y por consiguiente se acepta la hipótesis alterna, la cual está compuesta por la aplicación de la metodología de Lean manufacturing para mejorar la productividad en el área de moldeado en la compañía Rodriguez S.A.C.

3.2.2 Análisis de la hipótesis específica 1

Para poder determinar la comparación de la hipótesis específica, es necesario establecer y definir si tiene un comportamiento paramétrico, ya que para la investigación se utilizaron 30 datos, por lo tanto se empleará la utilización del estadígrafo de Shapiro Wilk. Asimismo, el análisis de la hipótesis específica se encuentra constituida por las siguientes especificaciones:

Ha1: La aplicación de Lean Manufacturing mejora la eficiencia en el área de moldeado de puertas en la compañía Rodriguez S.A.C, Cercado de Lima, 2018.

Regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$ los datos no son paramétricos

Si $p_{valor} \geq 0.05$ los datos son paramétricos

Tabla 18. Prueba de normalidad eficiencia

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia Antes	,952	30	,186
Eficiencia Después	,824	30	,000

Fuente: Elaboración propia

A partir de los datos mostrados en la Tabla 18 se puede afirmar que la significancia de la eficiencia en la situación actual es 0.952 y la eficiencia después es 0.824, por lo cual se puede afirmar que ambos valores son mayores a la regla decisión de 0.05 por lo tanto se asevera que tiene un comportamiento paramétrico. Para llevar a cabo el análisis se tomará en cuenta la prueba de Tstudent al momento de realizar la comparación de las hipótesis específica 1.

3.2.2.1 Contrastación de la hipótesis específica 1

Para poder determinar la contrastación se tiene que tener en cuenta la siguiente regla de decisión:

H1o: La aplicación de Lean Manufacturing no mejora la eficiencia en el área de moldeado de puertas en la compañía Rodriguez S.A.C, Cercado de Lima, 2018.

H1a: La aplicación de Lean Manufacturing mejora la eficiencia en el área de moldeado de puertas en la compañía Rodriguez S.A.C, Cercado de Lima, 2018.

Teniendo en cuenta lo siguiente:

Hipótesis nula : $U_a \geq U_d$

Hipótesis alterna: $U_a < U_d$

Donde se destaca:

U_a : Los niveles de eficiencia antes de la aplicación de Lean Manufacturing

U_d : Los niveles de eficiencia después de la aplicación de Lean Manufacturing

Tabla 19.Comparación de media en la eficiencia prueba T-student

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Eficiencia _Antes	,642000	30	,081511	,01488
Eficiencia _Después	,8380	30	,04374	,00799

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 19 se puede afirmar que la media de la eficiencia antes es 0.64200, siendo un tanto menor a la productividad después 0.8380, a partir de ello se puede afirmar que no se cumple la regla de decisión de $H_o: U_a < U_d$. Por lo tanto se rechaza en su totalidad la hipótesis nula. La cual afirma que la aplicación de Lean Manufacturing no mejora la productividad en el área de moldeado de puertas en la compañía Rodriguez S.A.C, aceptando que la hipótesis alterna que afirma que la aplicación de Lean Manufacturing mejora la eficiencia en el área de moldeado de puertas en la compañía Rodriguez S.A.C.

Hay que recalcar que es imprescindible llevar a cabo el análisis de la hipótesis específica 1, por medio de la prueba de T-student, según la regla de decisión:

Si $p_{valor} \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis nula

Si $p_{valor} \geq 0.05$ se acepta la hipótesis nula

Tabla 20. Prueba estadística de eficiencia en T-student

Prueba de muestras emparejadas								
	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Eficiencia Antes Eficiencia_De spués	-,19591	,09416	,01719	-,23116	-,16083	-11,401	29	,000

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 20 se puede afirmar que la hipótesis alterna tiene que ser aceptada, puesto que el valor de la significancia es 0.00, por lo tanto se cumple lo estipulado por la regla de decisión constituida por $P_{valor} \leq 0.005$, la cual determina que la aplicación de Lean Manufacturing mejora los niveles de productividad en la compañía Rodríguez S.A.C.

3.2.3 Análisis de la hipótesis específica 2

Para poder llevar a cabo el análisis de la hipótesis específica 2 es necesario establecer la procedencia de los datos utilizados para realizar la prueba de normalidad, en donde se destaca la participación de 30 datos antes y después, haciendo factible el uso del estadígrafo Shapiro Wilk. En donde se considera los siguientes requerimientos

Si $p_{valor} \leq 0.05$ los datos no son paramétricos

Si $p_{valor} \geq 0.05$ los datos son paramétricos

Destacando que la Hipotesis alterna determina que la aplicación de la metodología de Lean Manufacturing mejora la eficacia en el área de moldeado de puertas de la compañía Rodriguez S.A.C.

Tabla 21. Prueba de normalidad eficacia

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia_Antes	,909	30	,014
Eficacia_Despues	,904	30	,011

Fuente: Elaboración propia

A partir de la Tabla 21 se puede afirmar que los valores de la eficacia antes y después, están determinados por los valores de 0.014 y 0.011, determinando que los datos tienen un comportamiento paramétrico, ya que se cumple lo estipulado en la regla de decisión pvalor es mayor a 0.0.5. Por lo cual se llevará a cabo la contrastación de la hipótesis a través de la prueba T-student.

3.2.3.1Contrastación de la hipótesis específica 2

Para poder determinar la contrastación se tiene que tener en cuenta la siguiente regla de decisión:

H2o: La aplicación de Lean Manufacturing no mejora la eficacia en el área de moldeado de puertas de la compañía Rodriguez S.A.C.

H2a: La aplicación de Lean Manufacturing mejora la eficacia en el área de moldeado de puertas de la compañía Rodriguez S.A.C.

En donde la regla de decisión determina que:

H2o: $U_a \geq U_d$

H2a : $U_a < U_d$

Resaltando las siguientes denominaciones:

Ua: Niveles de eficacia antes de la aplicación de Lean Manufacturing

Ud: Niveles de eficacia antes de la aplicación de Lean Manufacturing

Tabla 22.Comparación de media en la eficacia Prueba T-student

Estadísticas de muestras emparejadas				
	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Eficacia_Antes	,7900	30	,11095	,02026
Eficacia_Después	,9183	30	,06086	,01111

Fuente: Elaboración propia

A partir de la Tabla 22 se puede afirmar que la media de la eficacia está constituida por los valores de 0.7900 y 0.9183 respectivamente, logrando aseverar que está dentro del margen proporcionado en la regla de decisión, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, que estipula que la aplicación de Lean Manufacturing no mejora la eficacia en el área de moldeo de puertas en la compañía Rodriguez S.A.C.

Para constatar la veracidad de la afirmación es imprescindible llevar a cabo el análisis de la significancia a través de la prueba T-student, resaltando la siguiente regla de decisión:

Si $p \text{ valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p \text{ valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Prueba de muestras emparejadas								
	Media	Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)
		Desv. Desviación	Desv. Error	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Eficacia_Antes - Después	-,12833	,11721	,02140	-,17210	-,08457	-5,997	29	,000

tabla 23. Prueba estadística de eficacia T-student

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 23 se puede visualizar que la significancia en la prueba T-student de la eficacia antes y después es 0.000 por lo cual se acepta categóricamente la hipótesis alterna que asevera que la aplicación de Lean Manufacturing mejora la productividad en el área de moldeo de puertas

IV DISCUSIÓN

La aplicación de la metodología de Lean Manufacturing en el área de producción posibilitó la ejecución de mejoras en el proceso de moldeado de puertas, obteniendo mejores resultados en los niveles de productividad, así como también en sus respectivas dimensiones.

El proyecto de investigación tiene como finalidad utilizar la herramienta de Mantenimiento Productivo Total, empleando el Mantenimiento Autónomo como materia de estudio. Asimismo, para localizar las causas descritas se emplearon los diagramas de Causa efecto y Pareto, debido a que son las técnicas científicas más adecuadas. La recolección de datos se llevó cabo en el mes de diciembre de 2018, estableciendo la procedencia de los indicadores de productividad, permitiendo la promulgación de la propuesta de mejora planteada a través de la aplicación de Lean Manufacturing en el área de moldeado obteniendo una mejora en la productividad de 26.5 % respecto a la situación actual de la compañía. Concordando así con lo estipulado por Maldonado y Ysique (2016), en donde afirma que a través de los pilares de Mantenimiento Productivo Total se logró mejorar los niveles de productividad de sacos de polietileno en 10%. También coincide con lo mencionado por Namuche y Zare (2016) en donde se lograron obtener mejoras en la línea de procesamiento de espárragos en 20%, erradicando la aparición de paradas innecesarias.

En la Figura 33 se puede visualizar que la mejora de los niveles de eficiencia llegó a ser 12.5%, gracias a la aplicación de la metodología de Lean Manufacturing, empleando la herramienta de Mantenimiento Productivo Total. Coincidiendo así con lo promulgado por Mansilla (2015), en donde se lograron obtener mejoras en la eficiencia de 14.5% en la línea de producción de gomas de mascar. Asimismo se logró constatar lo que afirma Acosta y Gonzales (2018), quien resalta que la mejora realizada se llevó a cabo en el proceso de quicio obteniendo una mejora del 20.5 % en el indicador de eficiencia.

En la Figura 34 queda demostrado que la eficacia de la línea de producción de puertas, está descrito por la mejora de 19.8%, esto gracias a la aplicación de la metodología de Lean Manufacturing, en donde se empleó la herramienta de Mantenimiento Productivo Total. Tal y como lo sustenta por García (2018).

En donde se priorizó mejorar la eficacia de la maquinaria en 10.24% empleando los pilares de Mantenimiento productivo Total, logrando reducir la aparición de paradas de máquina, por medio de un plan de capacitación de mantenimiento en la reducción de desperdicios y jerarquización de mermas. Esto coincide con lo afirmado por Cuatrecasas y Torrel (2010) en su artículo de Mantenimiento Productivo Total en un entorno de Lean Management, quien asevera que la objetivo fundamental de la filosofía es reducir la aparición de fallas y seguir la premisa de cero defectos, fallas e interrupciones para lograr mejorar los índices de eficacia en la maquinaria

V.CONCLUSIONES

La metodología de Lean Manufacturing tiene diversas herramientas para mejorar el flujo de producción, entre la que se destaca el Mantenimiento Productivo Total, quien a su vez tiene el objetivo fundamental de reducir la aparición de fallas y desperdicios, empleando los pilares de dicha filosofía. Para poder formular la propuesta de mejora del proyecto de investigación es necesario analizar la situación de la problemática identificada, puesto que es lugar idóneo para identificar las causas que generan los niveles bajos de productividad

A partir de la identificación de las causas se promueve la utilización del pilar de Mantenimiento Autonomo para erradicar la aparición de paradas innecesarias en el flujo productivo, obteniendo la oportunidad de realizar mejoras en los indicadores de productividad. Durante la implementación de la propuesta de mejora se puede concluir que se redujo la aparición de fallas en la máquina de moldeado, logrando obtener mejoras en la productividad de 26.5%, eficiencia 12.5%, y eficacia 19.8%

Los resultados descritos a través de la herramienta de Mantenimiento Productivo Total fueron descritos a través de la ficha de recolección de datos, logrando mejorar los niveles de productividad de 50.6% hasta 77%

VI.RECOMENDACIONES

Se recomienda instaurar actividades correctivas relacionadas al mantenimiento de la maquinaria, empleando la herramienta de Mantenimiento Productivo Total, ya que queda demostrado que a través de ella se puede lograr mejorar los indicadores de productividad y calidad. Hay que considerar que es factible promover una cultura de concientización respecto a la utilización racional de los recursos e instaurar metodologías que aporten en la mejora globalizada de cada sector de la compañía Rodríguez S.A.C. Esto con el fin de incrementar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

Por esta razón se sugiere utilizar controles visuales e instrumentos de identificación de fallas, para plantear propuestas de solución basadas en metodologías de la ingeniería y capacitaciones en materia de seguridad, calidad, mantenimiento.

En adición a ello se propone utilizar los formatos que forman parte del proyecto de investigación para controlar el nivel de fallos y promover la fase de mejora continua utilizando las herramientas de Mantenimiento Productivo Total, y lograr extenderla hacia las demás áreas que comprenden el sector productivo de puertas de madera

Referencias Bibliográficas

Acosta, S y Gonzáles, M. 2018. *Propuesta de mejora de Mantenimiento Productivo Total en el proceso de quicio en la empresa Finca (Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial)*. Universidad Agustiniana. Bucaramanga : Colombia, 2018.

Alarcón, A. 2015. *Aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing en una empresa del sector plástico(tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial)*. Universidad Nacional de Guayaquil. Guayaquil : Ecuador, 2015.

Aplicación de Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad. **Suárez, M, Zamora, M y Martínez, L. 2015.** 2, La Paz : Ecorfan, 5 de Enero de 2015, Vol. 2, págs. 261-268. ISSN: 2410-3993.

Aranibar, M. 2016. *Aplicación del Lean Manufacturing para mejorar la productividad en una empresa manufacturera (Tesis para obtener el título de Ingeniero industrial)*. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima : Perú, 2016.

Bazán, E. 2018. *Proyecto de mejora del Mantenimiento Productivo Total para reducir los costos de mantenimiento en la empresa Setrami S.A.C (Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial)*. Universidad Privada del Norte. Trujillo : Perú, 2018.

Campos, L. 2015. *Definición de la productividad*. D.F : s.n., 2015.

Carnero, M y López, R. 2016. *Mantenimiento Productivo Total*. Bilbao : Dyna Management, 2016.

Carrillo, M y Martinez, L. 2018. *Lean Manufacturing: 5s y Tpm herramientas de mejora de calidad*. Colombia : Cartagena, 2018.

Castrejón, A. 2016. *Implementación de heramientas de manufactura esbelta en el área de empaque en un laboratorio farmacéutico (Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial)*. Universidad Politécnica Nacional. Necaxa : México, 2016.

Chandran, M. 2014. *Total Productive Maitenance*. Estados Unidos : Toronto, 2014.

Cuatrecasas, A y Torrel, F. 2010. *Mantenimiento Productivo Total en un entorno Lean Management*. Barcelona : Profit, 2010. ISBN: 978-84-92956-12-8.

Fernández, P. 2015. *Mantenimiento Productivo Total*. D.F : Cormex, 2015. ISSN:2481-6481.

García, G. 2018. *Propuesta de mejora de gestión del mantenimiento en una empresa de elbaoración de alimentos balanceados, mediante el Mantenimiento Productivo Total (Tesis para obtener el tiluo de Ingeniero Industrial)*. Pontifica Universidad Católica del Perú. Lima : Perú, 2018.

García, L. 2015. *Propuesta de mejora en el proceso de fundición de acero para incrementar la productividad reduciendo los 7 desperdicios utilizando Lean Manufacturing (tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial)*. Universidad Nacional Autónoma. s.l. : México, 2015.

Hernández, J y Vizán, A. 2015. *Conceptos, técnicas e implementación de Lean Manufacturing*. Madrid : s.n., 2015. pág. 178. ISBN:978-84-15-061-40-3.

Hernández, R, Fernández, C y Baptista, L. 2010. *Metodología de la investigación*. s.l. : Mc Graw Hi, 2010. ISBN: 978.607-15-0291-9.

Maldonado, A y Ysique, S. 2016. *Sistema de mejora continua basado en el mantenimiento productivo total para reducir los desperdicios en el área de producción en la empresa Induamerica (tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial)*. Universidad Señor de Sipán. Lima : Perú, 2016.

Mantenimiento Productivo Total. **Fernández, P. 2014.** 2, D.F : Cormex, 2014, Vol. 5. ISBN: 963-255-3646-12.

Montoya. 2018. La industria de la madera. [aut. libro] Diego Montoya. *La industria de la madera*. Lima : Cite , 2018.

Morales, C. 2015. *La medición de la productividad como una aplicación empírica*. Madrid : s.n., 2015. ISBN:9658796442953.

Namuche, V y Zare, R. 2016. *Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la materia prima en el área de producción de una empresa esparragera(tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial)*. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo : Perú, 2016.

Ogozi, J y Quiroz, C. 2018. *Diseño e implementación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la calidad del servicio de mantenimiento de motos en el Taller Mototécnica Maxi S.AC(tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial)*. Universidad Peruana de las américas. Lima : Perú, 2018.

Rojas, M. 2018. *Productividad*. Madrid : s.n., 2018. ISSN: 0798-1015.

Salinas, E. 2017. *Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para mejorar la productividad en el área de mantenimiento en la empresa peruana de ascensores S.A(tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial)*. Universidad Cesar Vallejo. Lima : Perú, 2017.

Soto, B y Vega, R. 2014. *Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar el proceso productivo de sacos de polipropileno en Norsac S.A (Tesis para obtener el título de Ingeniero Industrial)*. Universidad Privada del Norte. Lima : Perú, 2014.

Suárez. 2018. Panorama mundial de madera exportable. *Panorama mundial de madera exportable*. Lima : s.n., 2018.

ANEXOS


Anexo 1. Matriz de coherencia

Matriz de coherencia		
Problemas	Objetivos	Hipòtesis
Generales		
¿De qué manera la aplicación de Lean Manufacturing mejorará la productividad en el área de moldeo de la compañía Rodriguez S.A.C Cercado de Lima, 2018?	Determinar en qué la aplicación de Lean Manufacturing mejorará la productividad en el área de moldeo de la compañía Rodriguez S.A.C Cercado de Lima, 2018	Aplicación de Lean Manufacturing mejorará la productividad en el área de moldeo de la compañía Rodriguez S.A.C Cercado de Lima, 2018
Específicos		
¿De qué manera la aplicación de Lean Manufacturing mejorará la eficiencia en el área de moldeo de la compañía Rodriguez S.A.C Cercado de Lima, 2018?	Determinar en qué medida la aplicación de Lean Manufacturing mejorará la eficiencia en el área de moldeo de la compañía Rodriguez S.A.C Cercado de Lima, 2018	La aplicación de Lean Manufacturing mejorará la eficiencia en el área de moldeo de la compañía Rodriguez S.A.C Cercado de Lima, 2018?
¿De qué manera la aplicación de Lean Manufacturing mejorará la eficacia en el área de moldeo de la compañía Rodriguez S.A.C Cercado de Lima, 2018?	Determinar en qué medida la aplicación de Lean Manufacturing mejorará la eficacia en el área de moldeo de la compañía Rodriguez S.A.C Cercado de Lima, 2018	L+E9a aplicación de Lean Manufacturing mejorará la eficacia en el área de moldeo de la compañía Rodriguez S.A.C Cercado de Lima, 2018

Anexo 2. Matriz de operacionalización


Variable dependiente	Definición conceptual	Métodos de aplicación			
Lean Manufacturing	Hernández y Vizán (2015) indica que " Es un grupo de técnicas de la ingeniería asociado al diagnóstico y profundización de mejoras aplicables al sector de calidad y mantemiento empleando las herramientas de 5s, Mantenimiento Productivo Total, SMED, entre otros, con la finalidad de mejorar el flujo productivo mediante la estandarización de actividades, mejorando las condiciones de trabajo"	Considerando lo que menciona Hernández y Vizán, Lean manufacturing es aplicable mediante los siguientes pasos:			
		Paso 1: Seleccionar la herramienta adecuada	Confiabilidad	$\frac{TEF}{TTO + TTR}$	Razón
		Paso2: Planificar actividades correctivas		TEF: Tiempo entre fallas, TTO: Tiempo operacional, TTR: Tiempo total de reparación	
		Paso 3: Emplear instrumentos metodologicos			
		Paso 4: Establecer mejoras	Disponibilidad	$\frac{Total\ de\ horas - Tiempo\ de\ parada}{Total\ de\ horas}$	Razón
		Paso 5: Efectuar la evaluación de resultados		Tiempo de parada: Horas improductivas	
		Paso 6: Emplear un control detallado			
Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala
Productividad	Rojas(2018,pág 154)afirma que "La productividad puede establecerse como la asociación existente entre la cuantifiación de bienes y la cantidad de recursos necesarios	Morales(2015,pág124) asevera que "La productividad está comprendida por los indicadores de eficiencia y eficacia, empleando recursos necesarios aplicados al margen de utilización de máquina"	Eficiencia	$\frac{Máquina\ empleada}{Máquina\ empleada\ proyectada}) * 100\%$	Razón
			Eficacia	$\frac{Cantidad\ producida}{Cantidad\ producida\ proyectada}) * 100\%$	Razón

Anexo 3.Ficha de recolección de datos pre-test

<div>  Ficha de recolección de datos </div>													
Fecha	T.OP	T.R	Cant.fallas	Horas.Maq. .plani	T.T.E	T.T.R	Confiabilidad (TTE/(TTE+TTR))*100%	Disponibilidad (TO/HMP)*100%	Producción planificada	Cantidad producida	Eficiencia (MU/HMP)*100%	Eficacia (CTP/CTPP)*100%	Productividad (Eficiencia*efcacia)
01/10/2018	18	7.5	2	36	24	6.5	78.7%	50.0%	20	20	50%	100.0%	50.00%
02/10/2018	24	9	6	36	6	3	66.7%	66.7%	20	16	67%	80.0%	53.33%
03/10/2018	20	11	4	36	11	7	61.1%	55.6%	20	18	56%	90.0%	50.00%
04/10/2018	24	7	5	36	9	2	81.8%	66.7%	20	14	67%	70.0%	46.67%
05/10/2018	24	6	4	36	12	2	85.7%	66.7%	20	18	67%	90.0%	60.00%
06/10/2018	28	5	3	36	14	2	87.5%	77.8%	20	16	78%	80.0%	62.22%
07/10/2018	20	2	1	36	14	1	93.3%	55.6%	20	19	56%	95.0%	52.78%
08/10/2018	21	6.5	5	36	11	1.5	88.0%	58.3%	20	14	58%	70.0%	40.83%
09/10/2018	26	8	4	36	9	4	69.2%	72.2%	20	14	72%	70.0%	50.56%
10/10/2018	30	9	4	36	11	5	68.8%	83.3%	20	15	83%	75.0%	62.50%
11/10/2018	20	9	5	36	3	4	42.9%	55.6%	20	14	56%	70.0%	38.89%
12/10/2018	25	3	0	36	17	3	85.0%	69.4%	20	15	69%	75.0%	52.08%
13/10/2018	20	7	7	36	10	8	55.6%	55.6%	20	17	56%	85.0%	47.22%
14/10/2018	25	10	7	36	10	3	76.9%	69.4%	20	14	69%	70.0%	48.61%
15/10/2018	23	5	5	36	10	10	50.0%	63.9%	20	15	64%	75.0%	47.92%
16/10/2018	20	6.4	4	36	11	2.4	82.1%	55.6%	20	14	56%	70.0%	38.89%
17/10/2018	23	7	6	36	6	2	75.0%	63.9%	20	17	64%	85.0%	54.31%
18/10/2018	24	7	6	36	10	4	71.4%	66.7%	20	17	67%	85.0%	56.67%
19/10/2018	26	11	5	36	9	6	60.0%	72.2%	20	18	72%	90.0%	65.00%
20/10/2018	28	7.5	7	36	6	5	54.5%	77.8%	20	18	78%	90.0%	70.00%
21/10/2018	25	4	2	36	10	2	83.3%	69.4%	20	14	69%	70.0%	48.61%
22/10/2018	18	12	8	36	5	4	55.6%	50.0%	20	18	50%	90.0%	45.00%
23/10/2018	22	8.5	5	36	5	3.5	58.8%	61.1%	20	19	61%	95.0%	58.06%
24/10/2018	20	10	9	36	3	1	75.0%	55.6%	20	19	56%	95.0%	52.78%
25/10/2018	24	5	5	36	9	2	81.8%	66.7%	20	14	67%	70.0%	46.67%
26/10/2018	25	8	7	36	3	1	75.0%	69.4%	20	10	69%	50.0%	34.72%
27/10/2018	20	7	6	36	9	4	69.2%	55.6%	20	15	56%	75.0%	41.67%
28/10/2018	24	6.5	5	36	7	1.5	82.4%	66.7%	20	15	67%	75.0%	50.00%
29/10/2018	22	7	7	36	6	3	66.7%	61.1%	20	15	61%	75.0%	45.83%
30/10/2018	24	11	11	36	8	2	80.0%	66.7%	20	14	67%	70.0%	46.67%

LEYENDA	
T.OP	Tiempo operacional
T.R	Tiempo recuperación
H.M.P	Horas de Maquinaria planificada
T.T.E	Tiempo total entre fallas
T.T.R	Tiempo total de recuperación

Anexo 4. Ficha de recolección de datos Post-test

 Rodríguez S.A.C				Ficha de recolección de datos									
Fecha	T.OP	T.R	Cant.fallas	Horas.Maquinaria planificada	T.T.E	T.T.R	Confiabilidad	Disponibilidad	Producción planificada	Cantidad producida	Eficiencia	Eficacia	Productividad
							(TTE/(TTE+TTR))*100%	(TO/HMP)*100%			(MU/HMP)*100%	(CTP/CTPP)*100%	(Eficiencia*efcacia)
01/08/2019	30	7.5	2	36	30	1	96.8%	83.3%	20	18	83%	90.0%	75.00%
02/08/2019	32	9	6	36	30	3	90.9%	88.9%	20	19	89%	95.0%	84.44%
03/08/2019	30	11	4	36	25	2	92.6%	83.3%	20	20	83%	100.0%	83.33%
04/08/2019	30	7	5	36	28	2	93.3%	83.3%	20	18	83%	90.0%	75.00%
05/08/2019	29	6	4	36	26	2	92.9%	80.6%	20	18	81%	90.0%	72.50%
06/08/2019	28	5	3	36	32	2	94.1%	77.8%	20	20	78%	100.0%	77.78%
07/08/2019	30	2	1	36	29	1	96.7%	83.3%	20	18	83%	90.0%	75.00%
08/08/2019	26	6.5	5	36	30	1	96.8%	72.2%	20	17	72%	85.0%	61.39%
09/08/2019	29	8	4	36	28	4	87.5%	80.6%	20	19	81%	95.0%	76.53%
10/08/2019	30	9	4	36	11	5	68.8%	83.3%	20	19	83%	95.0%	79.17%
11/08/2019	30	9	5	36	29	4	87.9%	83.3%	20	18	83%	90.0%	75.00%
12/08/2019	34	4	0	36	30	3	90.9%	94.4%	20	18	94%	90.0%	85.00%
13/08/2019	31	8	7	36	10	1	90.9%	86.1%	20	18	86%	90.0%	77.50%
14/08/2019	28	10	7	36	10	1	90.9%	77.8%	20	17	78%	85.0%	66.11%
15/08/2019	30	8	5	36	10	1	90.9%	83.3%	20	20	83%	100.0%	83.33%
16/08/2019	34	6.4	4	36	32	1	97.0%	94.4%	20	17	94%	85.0%	80.28%
17/08/2019	30	7	6	36	6	2	75.0%	83.3%	20	19	83%	95.0%	79.17%
18/08/2019	32	10	6	36	30	2	93.8%	88.9%	20	18	89%	90.0%	80.00%
19/08/2019	32	11	5	36	9	2	81.8%	88.9%	20	16	89%	80.0%	71.11%
20/08/2019	30	7.5	7	36	6	5	54.5%	83.3%	20	20	83%	100.0%	83.33%
21/08/2019	30	4	2	36	10	2	83.3%	83.3%	20	17	83%	85.0%	70.83%
22/08/2019	30	12	8	36	5	1	83.3%	83.3%	20	20	83%	100.0%	83.33%
23/08/2019	30	8.5	5	36	5	2	71.4%	83.3%	20	19	83%	95.0%	79.17%
24/08/2019	30	10	9	36	3	1	75.0%	83.3%	20	20	83%	100.0%	83.33%
25/08/2019	30	5	5	36	9	2	81.8%	83.3%	20	17	83%	85.0%	70.83%
26/08/2019	30	8	7	36	3	1	75.0%	83.3%	20	20	83%	100.0%	83.33%
27/08/2019	30	7	6	36	9	2	81.8%	83.3%	20	18	83%	90.0%	75.00%
28/08/2019	30	6.5	5	36	7	1	87.5%	83.3%	20	16	83%	80.0%	66.67%
29/08/2019	32	7	7	36	6	1	85.7%	88.9%	20	18	89%	90.0%	80.00%
30/08/2019	30	11	11	36	30	2	93.8%	83.3%	20	19	83%	95.0%	79.17%

LEYENDA	
T.OP	Tiempo operacional
T.R	Tiempo recuperación
H.M.P	Horas de Maquinaria planificada
T.T.E	Tiempo total entre fallas
T.T.R	Tiempo total de recuperación

Anexo 5. Validación de juicio de expertos 1



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTUDIO DEL TRABAJO

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	DIMENSIÓN 1 Confiabilidad $\frac{TEF}{TTO + TTR}$ TEF: Tiempo entre fallas TTO: Tiempo operacional de maquina TTR: Tiempo de reparación de máquina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	DIMENSIÓN 2 Disponibilidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	$\frac{\text{Total de horas} - \text{Tiempo de parada}}{\text{Total de horas}}$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI HAY

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir ☐ No aplicable ☐

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: SOTO AUTAMILLANO ALEJANDRO DNI: 09985379

Especialidad del validador: INGENIERO EN SISTEMAS

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

...12 de 11 del 2019


Firma del Experto Informante.

Anexo 6. Validación juicio de expertos 2



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE DEPENDIENTE:

PRODUCTIVIDAD

Nº	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	DIMENSIÓN 1 Eficiencia	Si	No	Si	No	Si	No	
3	$\left(\frac{\text{Máquina empleada}}{\text{Máquina empleada proyectada}} \right) * 100\%$	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2 Eficacia	Si	No	Si	No	Si	No	
4	$\left(\frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Cantidad producida proyectada}} \right) * 100\%$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): SI / SI

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [☒]

Aplicable después de corregir [☐]

No aplicable [☐]

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Leonidas Bravo Rojas

DNI: 08630546

Especialidad del validador: SMY Teóricas, KMS, etc.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo


³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


12 de 11 del 2019

Firma del Experto Informante.

Anexo 7. Formato de lista de verificación propuesto

 Rodríguez S.A.C.		FORMATO			
		LISTA DE VERIFICACIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS			
El llenado del formato será de acuerdo al trabajo a realizar					
Cambio de turno		Mantenimiento		Limpieza	
Fecha		Inicio:		Turno	
		Final:			
Área		Zona:		Máquina	
Nombre del operario				Firma	
Nombre del técnico de mantenimiento mecánico				Firma	
Nombre del técnico de mantenimiento eléctrico				Firma	
Nombre del supervisor de planta				Firma	
<p>Indicaciones:</p> <p>1.El técnico de mantenimiento y operario de máquina son responsables de cumplir con el llenado de este formato, informar a las partes involucradas de los trabajos a realizar y cumplir con las medidas de seguridad establecidas según la tarea.</p> <p>2.El operario de máquina es responsable de cumplir y hacer cumplir todas las medidas de seguridad en la máquina que se le sugiere.</p> <p>3. El supervisor de planta es responsable de asignar la máquina y operarios de la máquina cumplan con las medidas de seguridad correspondientes y que las condiciones de trabajo sean las adecuadas</p> <p>4. Se debe mantener este documento en un lugar visible durante la limpieza y el mantenimiento</p> <p>5.Al finalizar toda actividad este documento debe ser entregado al supervisor de planta.</p>					
Condiciones de verificación		Estado			
1.Máquinas y equipos		Si	No	No aplica	Observaciones
1.1¿Las paradas de emergencia se encuentran en buen estado?					
1.2¿Las partes móviles de la maquinaria están cubiertas por guardas de seguridad?					
1.3 ¿Todos los switch de seguridad están operativos?					
1.4 ¿Todos los controles se encuentran operativos?					
1.5¿Cuentas con inducción del puesto de trabajo para esta máquina?					
1.6¿Las partes móviles calientes se encuentran identificadas y señalizadas?					
2. Accesorios		Si	No	No aplica	Observaciones
2.1¿Las mangueras, acoplaminetos, y abrazaderas están dañadas o desgastadas?					
2.2¿Existen bordes punzantes o filudas?					
2.3¿Se cuenta con todas las herramientas manuales necesarias para la tarea?					
2.4¿Las herramientas manuales están en buen estado?					
3.Instalaciones eléctricas		Si	No	No aplica	Observaciones
3.1¿El tablero eléctrico se encuentra libre de obstáculos?					
3.2¿Los cables están debidamente aislados y descubiertos?					
3.3¿Todos los cables de extensión están en buenas condiciones?					
3.4¿Los tableros eléctricos están operativos?					
3.5¿Los tableros eléctricos cuentan con las botoneras y luces encendidas?					
4. Equipos de protección personal		Si	No	No aplica	Observaciones
4.1¿Cuenta con equipos de protección personal?					
4.2¿Los equipos de protección personal se encuentran limpios y en buen estado?					

Anexo 8. Formato de identificación de causas

 Rodríguez S.A.C		FORMATO				
		IDENTIFICACIÓN DE CAUSAS EN EL ÁREA DE MOLDEADO				
El llenado del formato sera de acuerdo al trabajo a realizar						
Cambio de turno		Mantenimiento		Limpieza		
Fecha		Inicio:		Turno		
		Final:				
Área		Zona:		Máquina		
Nombre del operario					Firma	
Nombre del técnico de mantenimiento mecánico					Firma	
Nombre del técnico de mantenimiento eléctrico					Firma	
Nombre del supervisor de planta					Firma	
CAUSAS LOCALIZADAS			CONCURRENCIA			
C1	Desgaste de cortadora	Poco recurrente	A menudo	Recurrente	Muy recurrente	Continuamente
C2	Desgaste de calibrador					
C3	Falta de interes por realizar las operaciones					
C4	Rotación en los puestos de trabajo					
C5	Ausencia de un método para el mantenimiento					
C6	Presencia de insumos con menor peso y forma					
C7	No cuenta con indicadores de mantenimiento					
C8	Poca ventilación en los puestos de trabajo					
C9	Presencia de productos con altos niveles de humedad					
C10	Procedimientos con poca eficacia					
C11	Espacio reducido					
C12	Ausencia de personal					
INFORME DE CAUSAS						
Medidas correctivas Ppropuestas	Fecha	Responsables	Firma	Observaciones		

Anexo 9.Reverso del formato de verificación


[illegible]

 Rodríguez S.A.C		Orden de trabajo	
Solicitado por: _____	Fecha de solicitud: _____		
Área de trabajo _____	Tipo de mantenimiento realizado	Correctivo	<input type="checkbox"/>
Nombre de la máquina _____		Planificado	<input type="checkbox"/>
Disponibilidad de la máquina _____		Predictivo	<input type="checkbox"/>
Descripción de trabajo realizado _____		Fecha: _____	

Tipo de trabajo _____		Inicio: _____	
Realizado por: _____		Termino: _____	

Supervisor		Firma	

Anexo 11. Tarjetas de control TPM

 Rodríguez S.A.C.	TPM	Consecutivo
Área: _____		Máquina: _____
Encontrada por: _____		
Prioridad	A B C	Fecha: _____
Descripción del problema		
Causa fundamental o raíz ¿Porqué?		
Tipo de mantenimiento aplicado		
INICIO:	D/M/A HORA	FIN: D/M/A HORA

No. _____

TARJETA ROJA 5'S

Información Gen-

Propuesta por: _____ Responsable de área: _____

Area / Depto. _____

Descripción de artículo: _____

CATEGORIA

<input type="checkbox"/> Máquina/Equipo	<input type="checkbox"/> Material gastable
<input type="checkbox"/> Herramienta	<input type="checkbox"/> Materia prima
<input type="checkbox"/> Instrumento	<input type="checkbox"/> Trabajo en proceso
<input type="checkbox"/> Partes eléctricas	<input type="checkbox"/> Producto terminado
<input type="checkbox"/> Partes mecánicas	<input type="checkbox"/> Otros

OTROS/COMENTARIO: _____

RAZON DE TARJETA

<input type="checkbox"/> Innecesario	<input type="checkbox"/> Defectuoso
<input type="checkbox"/> Fuera de especificaciones	<input type="checkbox"/> Otros

Otros: _____


ACCION REQUERIDA

<input type="checkbox"/> Eliminar
<input type="checkbox"/> Agrupar en espacio separado
<input type="checkbox"/> Retornar

Otros: _____

Fecha inicio: ____/____/____ Final de la acción: ____/____/____


Anexo 12.Consideraciones técnicas de Mantenimiento Autónomo

Requerimientos Mantenimiento Productivo Total	
 Rodríguez S.A.C	Mantenimiento Autónomo
Consideraciones técnicas durante el funcionamiento	
1. Verificar las conexiones eléctricas de la maquinaria	
2. Controlar los niveles de presión	
3. Verificar el correcto funcionamiento	
4. Realizar limpieza general de los instrumentos de la maquinaria para garantizar la inocuidad de los productos	
5. Mantener limpios los componentes de la maquinaria	
6. Evitar la corrosión de los componentes de la maquinaria	
7. Verificar que no cuente con ningún tipo de falla	
8. Verificar el correcto funcionamiento de los instrumentos	
9. Realizar las actividades de desopado y limpieza general	
10. Verificar la colocación de las tarjetas de control Tpm	
11. Controlar que las actividades correctivas estén en funcionamiento	
Lista de Normas de Seguridad	
1. Contar la capacitación de seguridad y salud en el trabajo para llevar a cabo cualquier tipo de actividad	
2. Mantener los lugares de trabajo limpios y libre de obstáculos	
3. Utilizar las herramientas y equipos de protección personal adecuado	
4. Informar acerca de un incidente o accidente al supervisor de turno	
5. Verificar que las guardas de seguridad estén bien colocadas	
6. Ejecutar el plan de mantenimiento adecuado	
7. Verificar que la parada de emergencia esté funcionando	
8. Verificar que el maletín de herramientas se encuentre en buenas	
9. Reportar las actividades de mantenimiento empleadas	
10. Evitar utilizar la máquina si no se encuentra con las guardas de	


Anexo 13. Requerimientos básicos para el Mantenimiento Autónomo

		Mantenimiento Autónomo	
Orden de mantenimiento			
Fecha:	12/06/2019		
Turno	I		
<p>Realizar informes acerca de la situación actual del equipo, así como también se debe detallar de manera continua las fallas e irregularidades que se presente antes y durante de la jornada laboral</p>			
Requerimientos oportunos para analizar el funcionamiento de la maquinaria			
<p>1. Verificar el estado de los tableros eléctricos</p> <p>2. Verificar las conexiones eléctricas de toda la maquinaria</p> <p>3. Verificar el estado de ejes de las cortadores</p> <p>4. Realizar limpieza y lubricación de manera diaria</p> <p>5. Verificar el estado del calibrador de velocidades</p>			
Actividad de lubricación (Diaria)			
<p>1. Verificar los niveles de aceite en las cadenas y poleas</p> <p>2. Verificar las conexiones de la bomba de aceite</p>			
Requerimientos de seguridad para el personal de trabajo			
<p>1. Utilizar la maquinaria si ya se encuentra con capacitación pertinente</p> <p>2. Antes de llevar a cabo actividades de mantenimiento desenchufe la conexión eléctrica</p> <p>3. Rotular las fallas que contiene la maquinaria para su posterior inspección</p>			

Anexo 14. Ficha de identificación de causas


 Rodríguez S.A.C	FORMATO		
	FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE FALLAS		
Área	Moldeado	Inicio	
Máquina		Final	
Responsable		Turno	
1.¿Cuáles son los problemas más frecuentes que se pueden identificar en el área de moldeado?	Pocas veces	Frecuente	Muchas veces
2.¿Con que frecuencia se realiza el mantenimiento de la máquina de moldeado?	Pocas veces	Frecuente	Muchas veces
3.¿Se realizan actividades correctivas de manera frecuente en el área de moldeado?	Pocas veces	Frecuente	Muchas veces
4.¿ Qué tipos de cambio de formato se realizan en el área de moldeado?	Pocas veces	Frecuente	Muchas veces
5.¿Qué tipo de ajustes se realizan en el área de moldeado?	Pocas veces	Frecuente	Muchas veces
6.¿Se cuentan con las herramientas necesarias para realizar el mantenimiento en la máquina de moldeado?	Pocas veces	Frecuente	Muchas veces
7.Si tiene alguna sugerencia respecto a algunas mejoras que se tiene que realizar en el área de moldeado	Pocas veces	Frecuente	Muchas veces

Anexo 15. Formato de auditoria mantenimiento


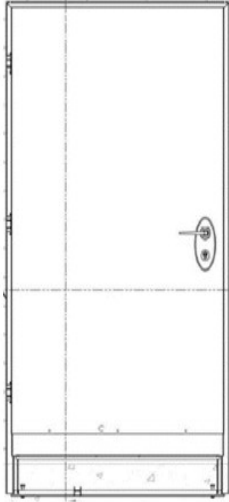
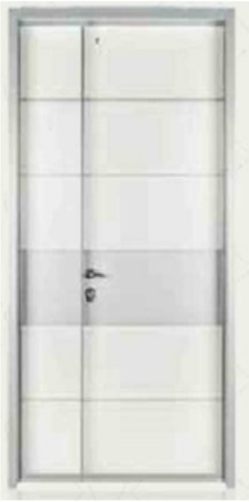
 Rodríguez S.A.C	FORMATO DE AUDITORIA INTERNA					
	TPM- ÁREA DE MOLDEADO					
Área	Moldeado				Inicio	
Máquina					Final	
Responsable					Turno	
LIMPIEZA						
Descripción	Observación	Nivel de cumplimiento				
		Deficiente	En curso	Realizado	Se aplicaron mejoras	
Rodillos de arrastre						
Calibrador de velocidad						
Parada de emergencia						
Guardas de seguridad						
Tablero eléctrico						
AJUSTE						
Polines superiores e inferiores						
Cadenas						
Armazon superior						
Faja transportadora						
Soporte de base superior						
LUBRICACIÓN						
Polines superiores e inferiores						
Soporte de rodamiento						
embragues						
Poleas						
INFORME DE INSPECCIÓN						
Medidas correctivas	Fecha	Responsables	Firma	Observaciones		

120


Anexo 17. Formato de procedimiento de mantenimiento en Moldeado

 Rodríguez S.A.C		FORMATO DE PROCEDIMIENTO-MOLDEADO	
		TPM- ÁREA DE MOLDEADO	
Área	Moldeado	Inicio	
Máquina		Final	
Responsable		Turno	
Objetivo			
Definir claramente los puntos críticos de la inspección para la seguridad de los trabajadores y las operaciones correctivas como calibraciones, regulaciones, puesta en marcha. Asimismo, hay que asegurarse que las guardas de seguridad estén correctamente instaladas para garantizar la protección del personal			
Seguridad y calidad			
Utilizar los equipos de protección personal para garantizar el correcto funcionamiento de la maquinaria y evitar incidentes			
Utilizar los tapa bocas para evitar la inhalación de desperdicios que se desprenden de la madera o cualquier fuente de contaminación			
Accionar la parada de emergencia si es necesario para evitar emergencias y retrasos en la operación			
Componentes de la maquinaria		Descripción de la operación 1	
Accionador de encendido	Controlador de Semáforo	  <p>El accionador manual tiene que ser energizado, para garantizar la existencia de la corriente eléctrica, la cual hace posible que la máquina de moldeado Rawter se encuentre en óptimas condiciones y someterla a la utilización rigurosa de la jornada laboral de 12 horas</p>	
Controladores de presión		Descripción de la operación 2	
		<p>La fuente de alimentación de aire comprimido tiene que ser comprobada a través de los instrumentos de medición, los cuales están constituidos por los manómetros. Esta operación tiene que ser realizada por los operarios de producción y maquinista de turno, esto con el fin de estandarizar los procedimientos en todos los trabajadores.</p>	
Tablero electrónico	Componentes	Descripción operación 3	
	Botón de apagado	<p>El tablero electrónico se encuentra constituido por la fuente de alimentación eléctrica y los controladores lógicos programables, estos componentes son vitales para el encendido de la máquina debido a que es la parte más importante dentro de un equipo, el análisis e inspección que se tiene que llevar a cabo es a través de los auxiliares de mantenimiento en compañía del supervisor de turno de dicha área, puesto que necesita de antes con experiencia</p>	
	PLC		
	Switch		
	Accionador on		
	Accionador off		
	Botón de encendido		
	Accionador de corte		
Fuente de alimentación			

Anexo 18.Ficha técnica puerta de madera

 Rodríguez S.A.C		FICHA TÉCNICA DE LA PUERTA DE MADERA				
		PUERTA CLÁSICA				
Área		Inicio				
Producto		Final				
Responsable		Turno				
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO		PRODUCTO TERMINADO	DIMENSIONES MÁXIMAS			
	Medidas		1 HOJA	Alto	2m	
	Altura:			1.80 m	Ancho	1m
	Ancho:		0.3m	2 HOJA	Alto	2.2m
	Espesor:		50 mm		Ancho	1.4m
	Colores		DIMENSIONES DEL MARCO			
	3102			1 HOJA	ALTO	2.2m
	5031				ANCHO	1.1 m
	3401			2 HOJA	ALTO	2.3 m
	76512				ANCHO	1.5 m
	Características					
Hoja base =50 kg						
Marco						
Base:		10 cm				
Altura:		10cm				
Precio unitario						
S/. 350.00						
INFORME DE PRODUCTO TERMINADO						
Cantidad producida	Fecha	Responsables	Firma	Observaciones		


Anexo 19. Registro y verificación de máquina Kneader

REGISTRO Y VERIFICACIÓN DE MÁQUINA								
Nombre del equipo:	Código:	KN30	Serie:	C31	Versión:	2005	Fecha de vigencia:	20/12/2019
	Kneader							
Serie:								
Fecha de Compra:	15/08/2013							
Fecha de entrega:	24/01/2016							
Garantía mensual:	36 meses							
Valor de compra:	N.A							
Valor de inventario:	N.A							
Responsables:	Maquinista							
INFORMACIÓN TÉCNICA								
Tensión	540	Intensidad:	1400	Potencia:	420000	Energía:	Kw	
Accesorios	Calibrador de intensidad de secado							
Partes	2							
PROCEDIMIENTOS								
<p>La fase de secado tiene como finalidad reducir la presencia de niveles altos de humedad en la plancha de madera en un 25 %, en donde se emplea la máquina Kneader versión americana, la cual está constituida por sistemas dieléctricos automatizados, con guardas de seguridad, empleando polines como soporte de deslizamiento en la faja transportadora, al momento de llevar a cabo el proceso de secado y uniformidad de la plancha de madera</p>								
PRECAUCIONES DE USO								
Recomendaciones de uso								
Tipo de mantenimiento utilizado								
MANTENIMIENTO AUTÓNOMO								
Nombre de operario								
Parámetros de calibración y valores de calibración	Calibrador al 7 % de revoluciones por minuto							


Anexo 20.Registro y verificación de máquina Cortex


REGISTRO Y VERIFICACIÓN DE MÁQUINA								
Nombre del equipo:	Código:	C031	Serie:	C31	Versión:	2004	Fecha de vigencia:	24/12/2019
	Cortex							
Serie:								
Fecha de Compra:	21/08/2013							
Fecha de entrega:	21/03/2016							
Garantía mensual:	36 meses							
Valor de compra:	N.A							
Valor de inventario:	N.A							
Responsables:	Maquinista							
INFORMACIÓN TÉCNICA								
Tensión	520	Intensidad:	18000	Potencia:	520000	Energía:	Kw	
Accesorios	Calibrador de velocidad. Cortadora							
Partes	1							
PROCEDIMIENTOS								
<p>La fase de cortado se lleva a cabo cuando se manifiesta las especificaciones del modelo de cada puerta, en donde se precisa la aparición de curvaturas en la, parte superior e inferior de la base principal, así que dependerá del tipo de orden de producción. En esta fase se utiliza la máquina Cortex 32 Versión Americana, la cual precisa los cortes que son estipulados en la ficha técnica de producción, empleando un disco con dientes de 4 mm</p>								
PRECAUCIONES DE USO								
Recomendaciones de uso								
Tipo de mantenimiento utilizado								
MANTENIMIENTO AUTÓNOMO								
Nombre de operario								
Parámetros de calibración y valores de calibración	Calibrador al 7 % de revoluciones por minuto							

Anexo 21.Registro y verificación de máquina Rawter


REGISTRO Y VERIFICACIÓN DE MÁQUINA									
Nombre del equipo:	Código:	Raw32	Serie:	R3125	Versión:	2014	Fecha de vigencia:	24/12/2019	
	Rawter								
Serie:									
Fecha de Compra:	14/05/2010								
Fecha de entrega:	21/03/2014								
Garantía mensual:	36 meses								
Valor de compra:	N.A								
Valor de inventario:	N.A								
Responsables:	Maquinista								
INFORMACIÓN TÉCNICA									
Tensión	510	Intensidad:	11000	Potencia:	420000	Energía:	Kw		
Accesorios	Clibrador de velocidad								
Partes	3								
PROCEDIMIENTOS									
<p>En esta etapa se utiliza la máquina Rawter, la cual tiene una capacidad de 5 paneles de 210cm x 60 cm x 4 cm espesor, colocados en la faja de manera simultánea para lograr la uniformidad en el área de moldeado, hay que destacar que este proceso es un fundamental a nivel estético, puesto que garantiza la viabilidad adquisitiva del producto terminado</p>									
PRECAUCIONES DE USO									
Recomendaciones de uso									
Tipo de mantenimiento utilizado									
MANTENIMIENTO AUTÓNOMO									
Nombre de operario									
Parámetros de calibración y valores de calibración	Calibrador al 7 % de revoluciones por minuto								


Anexo 22. Tarjeta de control Tpm área de secado y barnizado

		TPM		Consecutivo	
Área: Secado		Màquina: Kneader			
Encontrada por: Julia Pasaches Ortizz					
Prioridad		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> A B C </div>		Fecha: 15/04/2019	
Descripción del problema					
Se encontraron problemas en los polines que permiten el traslado de las planchas que componen la puerta de madera					
Causa fundamental o raíz ¿Porqué?					
Desgaste de polines por la constante utilización y esto se causo porque no se realizó la limpieza general que corresponde					
Tipo de mantenimiento aplicado					
El tipo de mantenimiento utilizado fue el atuónom porque se puede designar a un grupo de trabajadores a realizar la limpieza general de los polines					
INICIO: 15/04/2019 07:00:00 a.m.		FIN: 15/04/2019 HORA 08:32:12			

		TPM		Consecutivo	
Área: Barnizado		Màquina: Soliech			
Encontrada por: Carlos Yuri García					
Prioridad		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> A B C </div>		Fecha: 25/06/2019	
Descripción del problema					
Se localizaron desgaste en el sistema de presión que permite la salida de la pintura para realizar el barnizado respectivo					
Causa fundamental o raíz ¿Porqué?					
Obstrucción de la salida de aire para llevar a cabo el barnizado de las planchas de madera					
Tipo de mantenimiento aplicado					
El mantenimiento utilizado es el mantenimiento autónomo para reducir la presencia de anomalías y desgastas en el equipo de presión					
INICIO: 25/06/2019 HORA		FIN: 28/06/2019 HORA			

Anexo 23. Tarjeta de control Tpm área de cortado y moldeado

		TPM		Consecutivo	
Área: Cortado		Máquina: Cortex			
Encontrada por: Luis Pachecho Díaz					
Prioridad		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> A B C </div>		Fecha: 10/04/2019	
Descripción del problema					
Se localizaron el desgaste en los ejes cortantes generando retrasos en el área de corte.					
Causa fundamental o raíz ¿Porqué?					
Este problema se origino por la ausencia de material adecuado pues el eje cortante no contaba con los indices de calidad adecuados.					
Tipo de mantenimiento aplicado					
El tipo de mantenimiento empleado es el autónomo ya que solo se trataba de cambiar los ejes con ayuda de los auxiliares de mantenimiento autónomo					
INICIO: 10/04/2019		FIN: 10/04/2019			

		TPM		Consecutivo	
Área: Moldeado		Máquina: Rawter 31			
Encontrada por: Luis Pachecho Díaz					
Prioridad		<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> A B C </div>		Fecha: 24/05/2019	
Descripción del problema					
Se localizaron fugas en los sistema de presión conectados a la máquina generando, paradas de línea y desperdicios en el producto terminado					
Causa fundamental o raíz ¿Porqué?					
La fuente de alimentación del aire comprimido se encuentra desgastado y en mal estado					
Tipo de mantenimiento aplicado					
El mantenimiento empleado para reducir la falla es el mantenimiento autónomo por parte de los operarios de producción y maquinista de turno					
INICIO: 25/05/2019 08:45 a.m.		FIN: 29/05/2019 12:24 a.m.			

128



FORMATO			
FORMATO DE UTILIZACIÓN DE MATERIALES			
Área		Inicio	
Máquina		Final	
Responsable		Turno	

Anexo 25. Formato de utilización de materiales

Ordenes de trabajo en mantenimiento	Tiempo utilizado	Materiales e insumos	Codificación de materiales	Cantidad de materiales	Total

Anexo 26.Cronograma de actividades disopado propuesto

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES			
PROGRAMA DE DISOPADO			
Área	Moldeado	Inicio	07:00 a.m.
Máquina	Ryder 32	Final	03:00
Responsable	Ruiz Mayta Josué	Turno	I



Actividades	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Vienes	Sábado
Inspecciones						
1. Verificar el estado de los tableros eléctricos						
2. Verificar las conexiones electricas de toda la maquinaria						
3. Verificar el estado de ejes de las cortadores						
4. Realizar limpieza y lubricación de manera diaria						
5. Verificar el estado del calibrador de velocidades						
6. Verificar los niveles de aceite en las cadenas y poleas						
7. Verificar las conexiones de la bomba de aceite						
8. Verificar el estado de las guardas de seguridad						
9. Verificar la capacidad del motor						
Lubricación						
1. Verificar el estado de los conexiones eléctricas						
2. Lubricar los polines						
3. Verificar que las fajas estén lubricadas						
4. Aplicar lubricante de manera diaria						
Cambios de formato						
1. Realizar cambios de formato según el modelo						
2. Utilizar los instrumentos para moldeado externo						
3. Verificar el modelo en el plan de producción						
4. Rotular los cambios de formato						
5. Verificar la existencia de los cambios de formato						